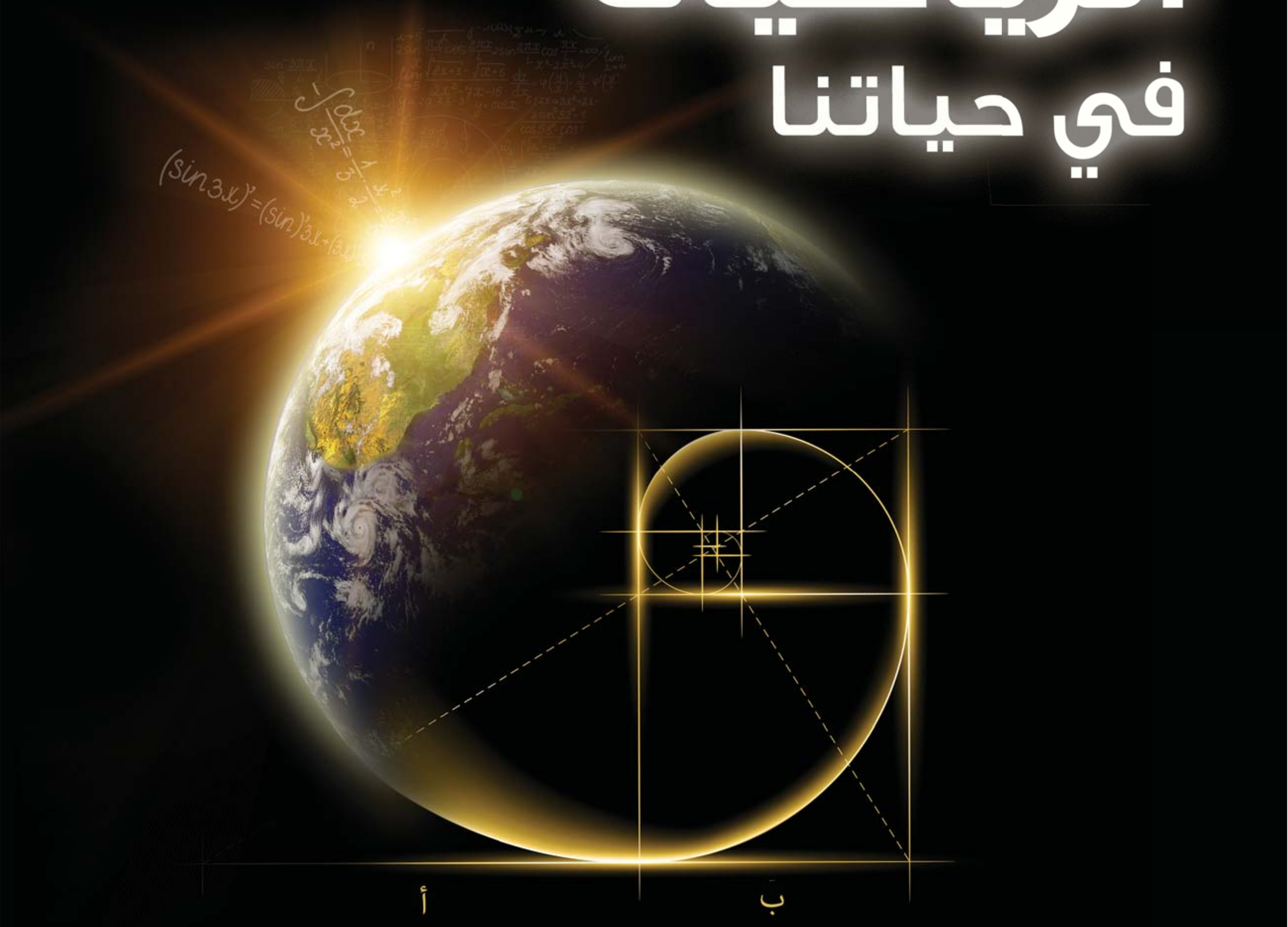
مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

العلوم والتقنية

ربيع الآخر ١٤٣٦هـ / فبراير ٢٠١٥م
مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
السنة (٢٩) العدد (١١٤)

الرياضيات في حياتنا



النسبة الذهبية
منبع الجمال ومصدر إلهام
صفحة ١٠

الهندسة الكسيرية
وسحر الطبيعة
صفحة ٢٢

الرياضيات وعلم التعمية
صفحة ٤٠

ISSN 1017 3056
www.kacst.edu.sa

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

المشـرف العـام
د. تركي بن سعود بن محمد آل سعود

رئيـس التحريـر
د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

نائب رئيس التحرير
د. منصـور بن محـمد الغامـدي

هيئة التحرير
د. يـوسـف حسـن يوسـف
د. أحمـد بن حمـادي الحربـي
د. سعيد بن محمد باسماعيـل
محمـد بن صالـح سنبـل
م. خالـد بن عيـد المطيـري
م. مفـرح بن محـمد طالـع

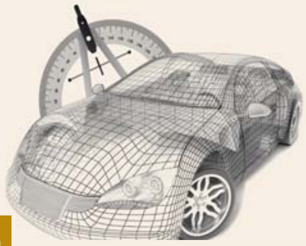
سكرتارية التحرير
وليـد بن محـمـد العتيبـي
عبدالعزيز بن محمد القرنـي
م. حسن بن علـي شهرخانـي

الإخراج والتصميم
محمـد علـي إسماعيـل
سامـي بن علـي السقامـي
محمـد حبيـب بـركـات

المراسلات
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ - رمز بريدي ١١٤٤٢ - الرياض
هاتف ٤٨٨٣٥٥٥ - فاكس ٤٨١٣٣١٣
Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia
jscitech@kacst.edu.sa
www.kacst.edu.sa

مد الجمال.. وجزر الأسطورة
١٦

الإحصاء وثورة التقدم
٢٨



الرياضيات وصناعة السيارات
٣٣

منهاج النشر

أعزاءنا القراء:

يسرنا أن نؤكد أنّ المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعي الشروط الآتية في أي مقال يرسل إلى المجلة:

- أن يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط ألا يفقد صفته العلمية، بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.
- أن يكون المقال ذا عنوان واضح ومشوّق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال.
- في حالة الاقتباس من أي مرجع - سواء أكان اقتباساً كلياً أم جزئياً أم أخذ فكرة - فيجب الإشارة إلى ذلك، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال.
- ألّا يقل المقال عن ثماني صفحات ولا يزيد على أربع عشرة صفحة مطبوعة، وفي حدود ٢٠٠٠ إلى ٣٥٠٠ كلمة.
- أن يكون المقال أصيلاً ولم يسبق نشره في مجلات أخرى.
- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
- المقالات التي لا تقبل النشر لا تعاد لكاتبها.
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية من ١٠٠٠ إلى ٢٤٠٠ ريال .

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

محتويات العدد

مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات	٢
عالم في سطور	٥
حياتنا.. رياضيات	٦
النسبة الذهبية.. منبع جمال ومصدر إلهام	١٠
مدّ الجمال.. وجزر الأسطورة	١٦
الهندسة الكسيرية وسحر الطبيعة	٢٢
الإحصاء وثورة التقدم	٢٨
الرياضيات وصناعة السيارات	٣٣
اكتشافات علمية في عام ٢٠١٤م	٣٨
الرياضيات وعلم التعمية	٤٠
الرياضيات وعالم الاتصالات	٤٦
كيف تعمل الأشياء	٥٠
عرض كتاب	٥٣
من أجل فلذات أكبادنا	٥٤
مصطلحات علمية	٥٥
بحوث علمية	٥٦
الجديد في العلوم والتقنية	٥٨

كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يتساءل كثير من الناس عن جدوى التوسع في دراسة الرياضيات؟، ولماذا ترافقهم في مراحل التعليم كافة حتى تخرُّجهم من الجامعة؟ معتقدين أنه يكفي الإلمام بالعمليات الرياضية الأولية: الجمع والطرح والقسمة والضرب، لتسيير أمورهم الحياتية اليومية، وما عدا ذلك فهو تعقيدٌ لا مبرر له، ومجرد وسيلة ليشغل علماء الرياضيات أوقاتهم في برهنة معادلات لا فائدة منها.

لكن الواقع يقول إن الرياضيات حياة، وتدخل في كل ما حولنا، سواء أدركنا ذلك أم لا. وهذا العدد من مجلة العلوم والتقنية يشرح بشكل ميسر بعضاً من تطبيقات الرياضيات في حياتنا، وكيف تتحكم معادلاتها وأرقامها في عالم المال والأعمال، والاتصالات، وصناعة السيارات والطائرات، وتشفير المعلومات، بل تتعدى ذلك كله لتشمل جوانب طبية لم نتخيل يوماً أن لها علاقة بالرياضيات.

يقف العلم اليوم خلف كل نشاط إنساني، وتتداخل أفرع العلم المختلفة، وتذوب فيما بينها، ويختفي الخط الفاصل بين تطبيقاتها المختلفة، فالنظريات الرياضية، والهندسية، تعمل جنباً إلى جنب مع علم الاجتماع، والاقتصاد، والطب، وإذا كان من المستحيل أن يلمّ الطالب بجميع تطبيقات ما يدرس من معادلات ونظريات؛ فإنه من الواجب على المعلمين أن يحاولوا – قدر المستطاع – ربط العلوم التي يدرّسونها بتطبيقات حية، تقرّب المعنى للطالب وترسخه، غير متناسين دور العلماء المسلمين وإسهاماتهم في هذه العلوم، مشددين على دور البحث والابتكار في الارتقاء بالشعوب.

ولا نزعم أن هذا كل شي، لكنها محاولة للإجابة عن السؤال الذي نسمعه دائماً: لماذا ندرس الرياضيات؟ ولكن نرجو أن يجد القارئ في هذا العدد ما يفيد، ويفتح أمامه آفاقاً جديدة للتفكير والبحث.

والله من وراء القصد،،،

رئيس التحرير

مركز التميّز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات

مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلـــوم والريـــاضيات
ECSME
The Excellence Research Center of Science and Mathematics Education

صدرت موافقة وزارة التعليم العالي على تمويل «مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات» وذلك ضمن المرحلة الثانية من مشروع مراكز التميز البحثي، وقام معالي وزير التعليم العالي بتوقيع عقد تمويل المركز مع معالي مدير جامعة الملك سعود في ١٠ رجب من عام ١٤٢٩هـ الموافق١٣/٧/٢٠٠٨م. علماً بأنه قد صدرت موافقة معالي مدير الجامعة على بدء المرحلة التأسيسية للمركز بقيام «مركز تطوير تعليم العلوم والرياضيات» في غرة شهر رمضان من عام ١٤٢٨ هـ الموافق ١٣/٩/٢٠٠٧م.

كانت الرؤيـــة أن يصبح المركز بيتاً لخبرة البحث المتميز في تعليم العلوم و الرياضيات على مستوى العالم العربي، وصولاً لمصاف المراكز الريادية عالمياً، أما رسالته فتنحصر في السعي إلى تطوير تعليم العلوم والرياضيات القائم على البحث العلمي، والتطور المهني للباحثين، والشراكة المجتمعية من خلال تقديم البحوث والاستشارات للجهات المستفيدة.

الأهـــداف

من أهداف المركز ما يلي:

١- تحديد أولويات البحث العلمي في تعليم العلوم والرياضيات في التعليم العام والعالي في المملكة العربية السعودية، وتوجيه البحث العلمي لخدمتها.

٢- إجراء المشروعات والبحوث الوطنية؛ للإسهام في التطوير النوعي لتعليم العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام والعالي في المملكة العربية السعودية.

٣- تشجيع الباحثين على أن يكونوا في موقع الريادة لتطوير مستقبل تعليم العلوم والرياضيات، وذلك من خلال تنفيذ برامج شراكة مع الباحثين وطلاب الدراسات العليا؛ لدعم البحث والتأليف والترجمة، وكذلك حضور المؤتمرات.

٤- إنتاج المعرفة العلمية ونشرها؛ للإسهام في تراكمها وتلبية حاجات المجتمع.

٥- الإسهام في التطوير المهني للباحثين من أجل إعداد و تأهيل الكوادر القيادية؛ للإسهام في تطوير تعليم العلوم والرياضيات مستقبلاً.

٦- تحقيق الشراكة البحثية من خلال تقديم خدمات بحثية واستشارية للمؤسسات والجهات المعنية.

٧- بناء شراكات، ومد جسور التواصل مع المؤسسات المحلية والإقليمية والدولية ذات العلاقة من أجل تطوير تعليم العلوم والرياضيات، وتوطين المعارف والخبرات البحثية.

٨- تطوير لغة فكرية وعلمية مشتركة بين المعنيين بمجال تعليم العلوم والرياضيات في مراحل التعليم ما قبل الجامعي والجامعي؛ للمساعدة في تكوين مجتمع معرفي متميز في مجاله.

التوجّه الاستراتيجي للمركز

عمل المركز في خطته الاستراتيجية على تحديد توجهه الاستراتيجي بوضوح، ليساعد في رسم سياسة وآليّة عمله، حيث ركز على الأعمال البحثية الرائدة على المدى البعيد، والمبادرات التطويرية التي تحقق إنجازات كثيرة في مجالات تعليم العلوم والرياضيات. وقد طوّر المركز خطته الاستراتيجية، من حيث الأهداف والغايات، وكذلك خطة التسويق والاستثمار وخطته التشغيلية التي تحدد المجالات العامة لنشاطاته. كذلك أدرك المركز منذ البداية أن توجيه البحث العلمي له أهمية كبرى في تطّوره

■ إحدى فعاليات المركز بحضور الخبراء والمختصين لتطوير تعليم العلوم والرياضيات.

واستمراره في أداء مهمته كونه مركزاً رائداً يسعى إلى تحقيق التميّز في تعليم العلوم والرياضيات. إن تحقيق التوجه الاستراتيجي والمحافظة عليه، يوجب على المركز استيعاب تطلعات وتوقعات الجهات المستفيدة منه سواء أكانوا أفراداً أم مؤسسات، ومن ثم ترجمة هذه التطلعات إلى مبادرات ومشاريع بحثية تدار بشكل فعال، إذ إن هذه البحوث الموجّهة من شأنها أن تساعد المركز في تسويق خدماته، وتقديم إسهامات بارزة لتطوير تعليم العلوم والرياضيات والتميز في هذا المجال.

يقوم «مركز تطوير تعليم العلوم والرياضيات» بدور مهم في إجراء البحوث؛ لدعم تطوير تعلم وتعليم العلوم والرياضيات. وقد أدرك أن هدفه بكونه مؤسسة رائدة يتمثل في إتقان وتنفيذ ثلاث دعائم أساسية هي على النحو الآتي:

١- البحث العلمي من أجل تطوير تعليم العلوم والرياضيات، وذلك من خلال مبادرات نابعة من المركز نفسه أو من خلال مشاركته في الفعاليات المحلية والدولية. ويتوافق ذلك مع الأهداف الاستراتيجية لجامعة الملك سعود. كما يلبي ما ورد في الأهداف الاستراتيجية للخطة الوطنية للعلوم والتقنية؛ لاكتشاف المبدعين وتمكينهم من خلال المعرفة المتقدمة.

٢- التطوير المهني للباحثين في مجال تعليم العلوم والرياضيات. ويتوافق ذلك مع الأهداف الاستراتيجية لجامعة الملك سعود. كما يلبّي ما ورد في الأهداف الاستراتيجية للخطة الوطنية للعلوم والتقنية؛ لتعزيز بيئة داعمة للمبدعين، وتطوير مهاراتهم وقدراتهم.

٣-الشراكة المجتمعية المتمثلة في أعمال بحثية، وخدمات استشارية في مجال تعليم العلوم والرياضيات للجهات المستفيدة؛ ما يحقق التنمية المستدامة للمركز من حيث الاستثمار والعوائد، ويتوافق ذلك مع الأهداف الاستراتيجية لجامعة الملك سعود. كما يلبّي ما ورد في الأهداف الاستراتيجية للخطة الوطنية للعلوم والتقنية؛ لتفعيل دور الجامعة في دعم تنمية المجتمع من خلال تبنّي الأعمال المبتكرة.

رأى المركز منذ تأسيسه أنّ التميّز البحثي يكمن في المحافظة على التوازن بين أمرين هما:

- تلبية الاحتياجات الفورية للمستفيدين من المركز.
- بناء قدرات استراتيجية فعَّالة على المدى الطويل من أجل المزيد من التقدم البحثي في مجال تعليم العلوم والرياضيات. كما أنه من المهم أن يعرض ذلك حل المشكلات الواقعية، وإجراء بحوث فعالة؛ لتحقيق تعليم أفضل على المدى الطويل.

٤- أن يكون المركز وسيلة لدعم نقل المعرفة والخبرات البحثية الناتجة من مختلف جهود البحث والتطوير في المملكة وتعزيزها، وفي جميع أنحاء العالم، وقد بذل المركز قصارى جهده من أجل القيام بهذا الدور المهم، وذلك من خلال تدريب باحثين ذوي كفاءة عالية من أجل بناء نظام فعال وذاتي؛ لإنتاج البحث ونتائجه ونشرها بين المؤسسات النظيرة.

الهيكل التنظيمي للمركز

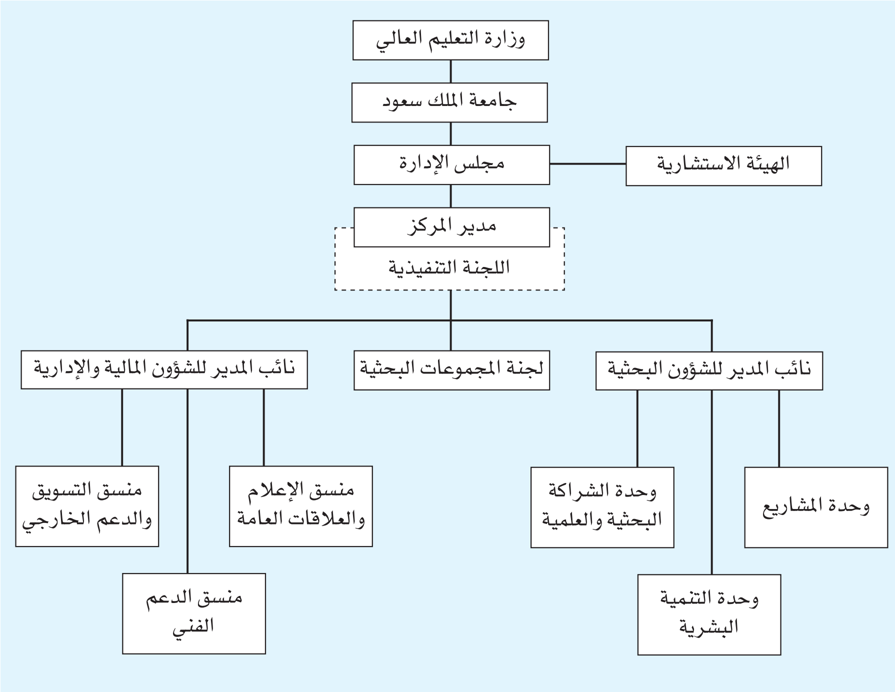
عمل المركز على إعادة الهيكل التنظيمي؛ لتحقيق أهدافه الاستراتيجية، ويوضح شكل (١) الهيكل التنظيمي للمركز.

المجموعات البحثية في المركز

شكّل المركز ست مجموعات بحثية يشارك فيها ١٢٣ باحثاً على النحو الآتي:

- ٦٤ باحثاً من عشر جامعات، ووزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية.
- ٢٣ باحثاً من جامعات إقليمية في دولة الإمارات، وعُمان، وتركيا، ولبنان، وجامعات عالمية في بريطانيا وأمريكا وألمانيا وسنغافورة.

تعمل المجموعات البحثية المذكورة على تنفيذ



■ شكل (١) الهيكل التنظيمي للمركز.

الأبحاث التي تجريها في المركز، بالإضافة إلى ٣٦ باحثاً مساعداً من وزارة التربية والتعليم يعملون كمنسّقين للمركز في الإدارات التعليمية الصديقة للمركز، والمجموعات البحثية العاملة في المركز، وتشمل المجموعات البحثية ما يلي:

١- مجموعة التطور المهني لمعلمي العلوم والرياضيات.

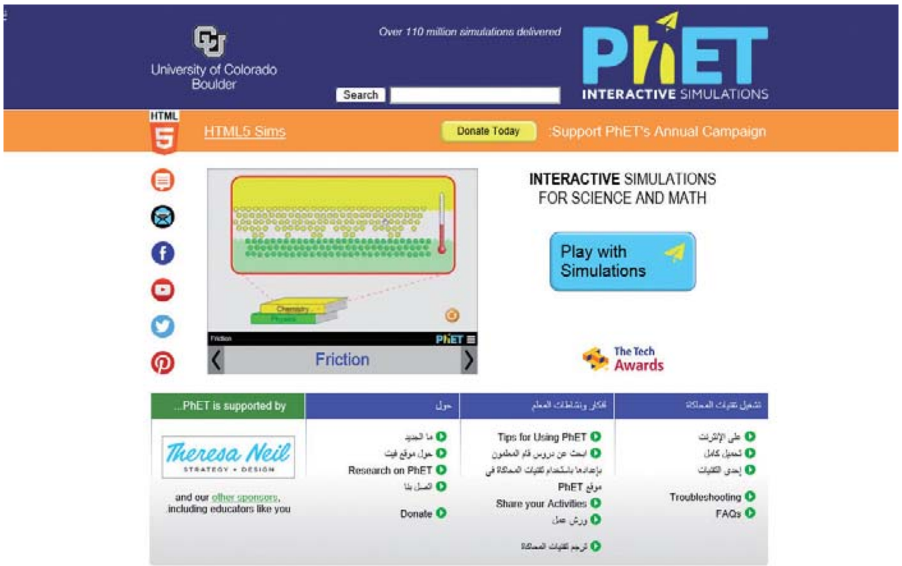
٢- مجموعة التقويم التطويري لتعلم العلوم والرياضيات.

٣- مجموعة تعليم وتعلّم العلوم والرياضيات بالمرحلة الابتدائية.

٤- مجموعة قياس تعليم الفيزياء وتطويره في المقررات الأولية الجامعية.

٥- مجموعة تقويم مناهج العلوم والرياضيات وتطويرها بالتعليم العام.

٦- مجموعة تطوير تعليم الرياضيات في المرحلة الجامعية.



■ واجهة الموقع التعليمي التفاعلي (phet.colorado.edu).

النشـــر العلمـــي

يمثّل البحث العلمي الركيزة الأساسية للمركز، وفي هذا الإطار فقد أنجز المركز من خلال مجموعاته البحثية ومشروعاته البحثية المختلفة عدداً من البحوث العلمية المنشورة في مختلف أوعية النشر العالمية والإقليمية والمحلية، إضافة إلى المشاركة في المؤتمرات والفعاليات العلمية المختلفة، ويوضح الجدولان الآتيان أنشطة المركز البحثية المختلفة خلال الخمس سنوات الماضية (١٤٣٠-١٤٣٥هـ).

الفئة	أوراق علمية في مجلات علمية	أوراق علمية في مؤتمرات عالمية	أوراق علمية في مؤتمرات إقليمية ووطنية	عروض المركز في الفعاليات الأخرى	المجموع
المنشورة	٤٨	٣١	١٦	١٥	١١٠
المقبولة للنشر	٢٨	–	–	–	٢٨
المرسلة للنشر	٣٠	–	–	–	٣٠
تحت الإعداد	٨	–	–	–	٨
المجموع	١١٤	٣١	١٦	١٥	١٧٦

■ النشر العلمي للمركز.

م	النشاط	١٤٣٠هـ	١٤٣١هـ	١٤٣٢هـ	١٤٣٣هـ	١٤٣٤هـ	١٤٣٥هـ
١	المجموعات البحثية	١	٥	٥	٥	٦	٦
٢	الباحثون المتفرغون والمتعاونون من المملكة	١٧	٢٥	٣٧	٦٤	٦٤	٦٤
٣	الخبراء والباحثون من خارج المملكة	٨	٧	١٢	٢٠	٢٣	٢٣
٤	طلاب الدراسات العليا	٤	٧	٩	١٠	١٢	٤٤
٥	إدارات التربية والتعليم الصديقة للمركز	–	٢١	٢٥	٢٢	٢٣	٢٣(*)

(*) وصل العدد سابقاً إلى ٢٥ إدارة، ولكن تقلص إلى ٢٣ إدارة بسبب قرار وزارة التربية والتعليم بدمج إدارات التعليم.

■ النشاط السنوي للمركز.

المواقع الإلكترونيّة للمركز

للمركز المواقع الإلكترونية الآتية:

١- **الموقع الإخباري** (ecsme.ksu.edu.sa): ويحتوي جميع أخبار وفعاليات المركز منذ إنشائه.

٢- **الموقع التعليمي التفاعلي** (phet.colorado.edu): وهو موقع خاص باستخدام برامج المحاكاة في تعليم العلوم والرياضيات، وذلك بالتعاون مع مشروع كارل وايمن في جامعة كلورادو-بولدر بالولايات المتحدة الأمريكية، ويستهدف الموقع طلاب التعليم العام والتعليم الجامعي في مراحله الأولية، ويحتوي أكثر من ٩٠ برنامج محاكاة في موضوعات العلوم والرياضيات المختلفة باللغة العربية.

أبو بكر خالد سعد الله

عالِمٌ متخصص في الرياضيات

عالمٌ موسوعي، تخصّص في الرياضيات، وأجاد اللغات العربية والفرنسية والإنجليزية، مما مكنه من ترجمة العديد من الكتب الفرنسية المتخصصة، ليثري المكتبة العربية، ويسهم في توفير مصادر بحث للطلاب والباحثين العرب بلغتهم الأم.

نذَرَ نفسه للعلم؛ فدرَّس وترجم، وألّفَ الكتب، ونشر إلى جانب ذلك موضوعات علمية وثقافية عديدة، في مجلات عربية وعالمية، مكّنته -بجدارة- من تسجيل اسمه في السجل العالمي لمشاهير العلم والهندسة، والسجل العالمي لمشاهير العالم، مقدِّماً صورة حيّة لما ينبغي أن يكون عليه العالِم العربي المسلم.

- **الاسم:** أبو بكر خالد سعد الله.
- **الجنسيّة:** جزائري.
- **مكان الميلاد وتاريخه:** الجزائر، ٢٤ أكتوبر ١٩٤٩م.
- **المراحل التعليمية**

١- الباكلوريا الجزائرية، والباكلوريا الفرنسية، أكاديمية الجزائر، ١٩٦٩م.

٢- ليسانس الرياضيات، جامعة الجزائر، ١٩٧٢م.

٣- دبلوم الدراسات المعمقة، الرياضيات البحتة، جامعة الجزائر، ١٩٧٣م.

٤- دبلوم الدراسات المعمقة، الرياضيات التطبيقية، جامعة نيس (Nice) الفرنسية، ١٩٧٤م.

٥- الدكتوراه في الرياضيات التطبيقية، جامعة نيس، ١٩٧٦م.

٦- دكتوراه الدولة، التحليل الرياضي، جامعة العلوم والتكنولوجيا بالجزائر، ١٩٩٩م.

- **الأعمال الأكاديمية**

عمل الدكتور أبو بكر سعد الله أستاذاً مساعداً للرياضيات في كلية الهندسة المعمارية بالعاصمة الجزائر، ثم في قسم الرياضيات بالجامعة نفسها عام ١٩٧٧م. انتقل للعمل محاضراً في قسم الرياضيات بالمدرسة العليا للأساتذة، واستمر فيها حتى حصل على الدكتوراه، وأصبح أستاذاً للرياضيات حتى يومنا هذا.

- **الكتب المؤلفة**

ألّفَ، وشارك في تأليف ١٨ كتاباً، باللغتين العربية والفرنسية، وسلسلة من الكتب للتعليم الثانوي والعالي، ومن مؤلفاته الآتي:

١- نفحات من تراثنا العلمي المجيد.

٢ - عباقرة الرياضيات.

٣ - عالم الرياضيات.

٤ - معجم الرياضيات للتعليم العالي (فرنسي/عربي)، مع آخرين.

٥- الرياضيات المسلّية.

٦- الآلة الحاسبة، ماضياً وحاضراً.

٧ - معجم الرياضيات للتعليم العالي.

٨- نظرية التوزيعات وتطبيقاتها.

- **النشر العلمي**

نشر ٣٧ بحثاً في الرياضيات البحتة، صدرت في مجلات أكاديمية محكمة، في مختلف دول العالم، كما شارك في أكثر من ١٢٠ مؤتمراً وملتقى علمياً حول العالم، وله مقالات في الثقافة العلمية منشورة في أكثر من ٣٢ مجلة عربية، منها:

١- مجلة العلوم (النسخة العربية للمجلة الأمريكية Scientific American).

٢- مجلة العربي، الكويتية.

٣- المجلة العربية، السعودية.

٤- مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية.

٥- مجلة آفاق الثقافة والتراث، الإمارات.

- **الترجمة**

ترجم ١١ كتاباً جامعياً للرياضيات عن الفرنسية، وترجم كتابين عن اللانهاية من الفرنسية للعربية، كما ترجم قرصين مدمجين في الرياضيات هما:

- فيلم «أبعاد» (Dimensions).

- الرياضيات التجريبية، (بالتعاون مع مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ومنظمة اليونسكو).

- **الجوائز**

خلال مسيرته العلمية، نال الدكتور أبو بكر سعد الله العديد من الجوائز، ودرجات الشرف، منها:

١- جائزة أفضل بحث في الرياضيات، الجزائر، ١٩٨٢م.

٢- تدوين اسمه في السجل العالمي: مشاهير العلم والهندسة (Who's Who in Science & Engineering)، سنة ١٩٩٧م.

٣- تدوين اسمه في السجل العالمي: مشاهير العالم (Who's Who in the World)، سنة ١٩٩٨، و ٢٠٠١م.

٤- جائزة اختصاص الرياضيات، الجزائر، ٢٠٠١م.

٥- جائزة الترجمة العلمية للمجلس الأعلى للغة العربية الجزائري، سنة ٢٠١٠م.

المرجع

Janegoodall.org/sistes/default/files/JGCarriculumVitae.pdf

en.wikipedia.org/wiki/Jane-goodall

حياتنا.. رياضيات

أ. أسماء خليل عابد　　أ. أشجان القرني

تدخل الرياضيات بشكل أو بآخر في مختلف نواحي الحياة، وقد يغيب دورها عن المستخدم النهائي للتقنية مثلا، ولكن الصانع والمصمم يعتمد في عمله على معادلات ومقاييس رياضية دقيقة، والتاجر يلجأ إلى برامج إحصائية تساعده على التنبؤ بمستقبل تجارته ومواطن القوة والضعف لديه، وهو لا يهتم بما وراء هذه البرمجيات، بل قد لا يكون يعرف شيئاً عن علم الإحصاء.

كذلك الطبيب، فبالرغم من أن دراسته وتخصّصه بعيدان جداً عن الرياضيات ومعادلاتها، إلا أنه يتعامل يومياً معها - الرياضيات - فهي أساس عمل معظم التقنيات الطبية، كتقنية جهاز التصوير المقطعي، وتقنية مرسام القلب الكهربائي. عندما يصف الطبيب لك دواء، ويحدد لك مرّات استخدامه يومياً، فالرياضيات حاضرة هنا وبقوة! نعم قد يكون الطبيب يتصرف حسب ما هو موجود في نشرة الدواء، أو حسب دراسته، لكن الشركة المنتجة أجرت أبحاثًا على الدواء وحسابات معقدة، عرفت من خلالها مدة بقائه في جسم المريض، والوقت الذي يستغرقه للوصول لأعلى تركيز، وموعد الجرعة التالية، حتى لا يحصل انتكاس للمريض أو مضاعفات لزيادة الجرعة، ولك أن تعلم أنك إذا أخذت ثلاث أنواع من الأدوية أو العقاقير، فحتى تصل إلى مستوى الأمان في استخدامها، تحتاج إلى عمل سبعة اختبارات منفصلة، وإذا أخذت أربعة أنواع من الأدوية، فإن ذلك يتطلب إجراء خمسة وعشرين اختباراً منفصلاً، وإذا أخذت عشرة أنواع من الأدوية فمجموع الاختبارات المتطلبة لضمان سلامة استخدامها يصل إلى ٣٦٢ ألف اختبار، كل هذا للحصول على إجابة واحدة: هل خلط هذه العقاقير مع بعضها، ووصفها لمريض واحد في فترة واحدة، يعدّ آمناً وخالياً من الأخطار، أم لا؟

لا نبالغ إن قلنا إنّ التطور الحاصل في التقنيات الطبية أساسه علم الرياضيات، ولا يمكن أن يتطوّر بمعزل عن استخدام هذا العلم. يتناول هذا المقال دور الرياضيات الخفي في كثير مما حولنا، وهو دور قد لا يدركه حتى بعض المتخصصين.

الرياضيات في الطب

أسهم الطب الحديث في توفير علاج فاعل لكثير من أمراض الإنسان، وإنقاذ كثيرين عن طريق التشخيص المبكر والدقيق للمرض، وأصبحت أجهزة التشخيص تلك المعتمدة في أساس عملها على الرياضيات جزءاً أساسيًّا في الطب الحديث.

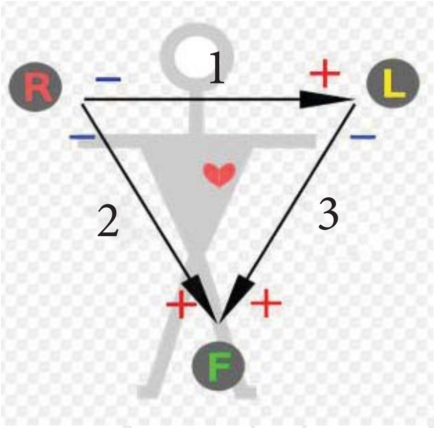
■ جهاز التصوير بالأشعة المقطعية.

● **تقنية التصوير المقطعية**

قديماً، وفي حال التصوير التقليدي باستخدام الأشعة السينية (X-ray)، عندما تكون المنطقة المراد تصويرها في جسم الإنسان تحوي عظمة صغيرة، وخلفها أو أمامها عظمة كبيرة فإن الصورة الناتجة ستظهر العظمة الكبيرة فقط، ولتصوير العظمة الصغيرة كان لا بد أن يدور المريض بالنسبة لجهاز الأشعة السينية، أو جعل الأشعة السينية تدور حوله بزاوية مناسبة لتصوير العظمة الصغيرة،ومن هنا استجدت الحاجة لجهاز دقيق للتشخيص، ويتفادى المشكلات السابقة، وكان الحل هو جهاز الأشعة المقطعية، الذي يسمح للأطباء بالرؤية داخل الدماغ، أو أعضاء أخرى في جسم الإنسان. الفكرة الأساس التي يعتمد عليها الجهاز أنه يعمل على توجيه الأشعة السينية على جسم الإنسان مع تحريكه حركة دائرية حول مركز الجسم لأخذ المئات من الصور على زوايا مختلفة ويتم تجميع الصور الناتجة - الظلال المتكونة على الجانب المقابل لكل زاوية - في ذاكرة الحاسوب الذي يقوم بدوره بتجميعها وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد للجسم، وحيث إنّ تصوير الجسم، يتم من خلال مقطع ومن مختلف الزوايا فإن الصور التي نحصل عليها بوساطة جهاز الأشعة المقطعيّة تكون أكثر تفصيلاً ووضوحاً بالمقارنة بالتصوير التقليدي باستخدام الأشعة السينية.

● **تقنية مرسام القلب الكهربي**

من تطبيقات الرياضيات المهمة أيضاً في عالم التقنيات الطبية، مرسام القلب الكهربائي، الذي يبرهن على أن الهندسة لا تقتصر تطبيقاتها في عمل التصميمات وفي العمارة والمساحة فقط، ولكن تمتد إلى العلوم الأخرى ومنها الطب. يعمل مرسام القلب الكهربائي على قياس الأنشطة الكهربائية للقلب بالنسبة إلى ثلاث نقاط أو وصلات: واحدة عند الكتف الأيمن، وواحدة عند الكتف الأيسر، وأخرى عند السرّة، وهذه النقاط تكوّن رؤوس مثلث متساوي الأضلاع يعرف باسم مثلث إينثهوفن (Einthoven) نسبة إلى صاحب الاختراع - أي مخترع جهاز المرسام الكهربائي- الذي يسجّل موجات انقباض وانبساط القلب على ورق رسم بياني يمكّن ذوي الاختصاص من الأطباء من تحديد مكان حدوث أي خلل في عمل القلب، وهذه التقنية تمت من خلال تعاون بين علم الرياضيات والطب والهندسة.



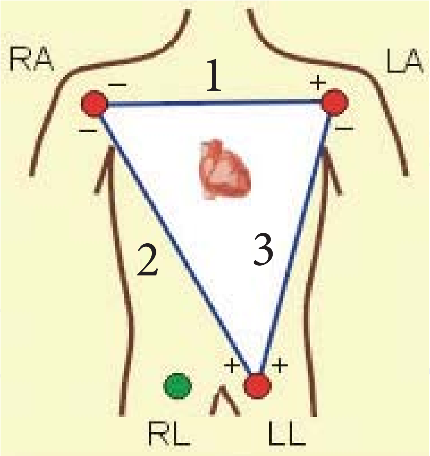
■ تقنية مرسام القلب الكهربائي تعمل وفق أساس رياضي.

● **تقنية الأدوية والرياضيات**

لعلك تستغرب وتتساءل: ما علاقة الرياضيات بالدواء؟ لكن هناك بالفعل علاقة بينهما، وعلاقة وثيقة، فالأطباء بحاجة لمعرفة كم مللي جراما من الدواء سوف يحتاج كل مريض اعتمادا على مقدار وزنه، وكما أن الأطباء بحاجة إلى تحويل هذا القياس إلى كجم ومن ثم العثور على الكمية بالمللي جرام للوصفة طبية. هناك فرق كبير جداً بين (مجم/كجم و مجم/الرطل)، لذلك لا بد للطبيب من فهم كيفية تحويل القياسات بدقة، ثم يجب عليه أن يحدد إلى متى سوف تستمر الوصفة الطبية، وعدد مرات تناول الدواء في اليوم ومواعيده، فعلى سبيل المثال، إذا كان المريض يحتاج إلى تناول الدواء، ونقول حبة واحدة، ثلاث مرات في اليوم، يجب أن يكون الأطباء قادرين على القيام بهذه العمليات الحسابية ذهنيًّا مع السرعة والدقة.

يجب أن يحسب الطبيب المدة التي سيبقى الدواء خلالها في جسم المريض، هذا سوف يحدد عدد المرات التي يحتاج المريض لأخذ أدويته من أجل الحفاظ على كميّة كافية من الدواء في الجسم. لنضع مثالاً تقريبياً لهذا الأمر:

- إذا كان المريض يأخذ حبة واحدة من الدواء في الصباح (٥٠ مجم).
- عندما يستيقظ المريض في اليوم التالي، ويكون الجسم قد تخلص من ٤٠٪ من الدواء عن طريق البول أو الرشح أو غيرهما، فهذا يعني أن ٢٠ مجم قد خرجت، وتبقى في جسم المريض ٣٠ مجم فقط.
- يستمر المريض في تناول دوائه، ٥٠ مجم جديدة هذا الصباح، ما يعني أن في جسمه الآن



■ نقاط قياس الأنشطة الكهربائية للقلب.

ما مجموعه ٨٠ مجم.

– فـإذا كان الجسم سيفقـد في كل يوم ٤٠٪ من كمية الدواء المتراكمة، فـإن الطبيب يحدد عدد المـرات التي يحتاج فيها المريض إلى أخذ أدويته، وإلى متـى، من أجـل الحفاظ على مـا يكفي من الـدواء في جسـم المريض للعمل علـى نحو فعال، ومن دون أن يصل الأمر إلى جرعة زائدة.

● **المثلثات وعلاج الأورام بالإشعاع**

تلعـب الهندسة دورًا مهمًا في علاج الأورام بالإشعاع، وذلك عند تحديد المستوى الآمن من الإشعاع الذي يجب توجيهه إلى النخاع الشوكي لمرضـى السرطـان مثـلاً، يبيـن شـكل (١)، المسافـة التي يجب توجيـه الإشعاع منها بحيث تـؤدي الغرض اللازم منها، دون أن تتحول إلى جرعـة زائدة من الإشعاع تؤثر في المريض، وقد تتسبب في حدوث تلف في الأعصـاب.

يبـيّن الشـكل أدنـاه أهميـة الرياضيـات والأشـكال الهندسيـة في عمليـة ضبـط مسافـة مصـادر الإشعـاع لعـلاج الأورام السرطـانية، فلنفرض أن المسافـة مـن مصـدر الإشعاع إلى السطح الخارجي لظهر المريض هي (١٠٠سم)، والمسافـة من ظهـر المريض إلى النخـاع الشوكي هـي (٥سـم)، وبافتراض أن لدينـا مصدرين للإشعـاع، مثبتان كما يظهر في الشكل (١)، فإن حساب طـول النخاع الشوكـي المتأثر من مصدر الإشعاع الأول يُحسب من تماثل المثلثات كالآتي:

ويصبح: $x = \frac{15\times105}{100} = 15.75$

أي أن المسافـة التي يؤثـر فيها الإشعاع الأول أطـول بـ ٠,٧٥ سم، وفي حال وجود إشعاعين كما في الشكل فإن المسافة التي يؤثر عليها الإشعاع:

$2\times0.75 = 1.5$

أي أنّ هنـاك مسافـة ١,٥ سم مـن النخاع الشوكـي، سوف تتعرض لجرعـة مضاعفة من الإشعـاع، لذلـك لابـدّ مـن تغييـر موضـع أحد مصادر الإشعاع لتفادي ذلك.

اللوغـاريتمــات

اكتشفـت اللوغاريتمـات في أوائـل القـرن السابع عشر، ولها دور كبير في تبسيط الحسابات المعقدة للعلوم الطبيعية والهندسية، و أساسية في الحسابـات التجارية. تقوم فكـرة اللوغاريتمات علـى تحويـل الأعـداد علـى شـكل أسٍ والتعامل معهـا بـدلاً عـن الأعـداد الأصلية، وهنـا بعض استخدامات اللوغاريتمات :

● **قياس قوة الزلازل على مقياس ريختر.**

يعمـل مقياس ريختـر لقياس كميـة الطاقة المنبعثـة من مركز الزلـزال، ويعمل اعتماداً على اللوغاريتمـات، بدرجـات مـن ١ إلى ٩ درجات، بحيـث يكون الفـرق بين كل درجـة والتي تسبقها عشـر مـرات، فالزلزال الـذي قوتـه ٧ درجات، يكون أقوى بعشر مرات من الزلزال الذي قوته ٦ درجـات، لذلك تعدُّ الدرجة فارقاً مهماً في قياس الزلازل.

● **تحديد الرقم الهيدروجيني للمادة**

يُحسـب الرقـم الهيدروجينـي (pH) باستخدام اللوغاريتمـات للأساس ١٠حيث الرقم الهيدروجيني:

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

حيث $[H^+]$ تركيز أيون الهيدروجين في المادة.

● **في قياس شدة الصوت**

باستخـدام المعادلة $L_{dB} = 10\log_{10}\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$

حيث : P_1 شدة الصوت المراد حسابها بالديسبل (وحدة قياس شدة الصوت)

و P_0 أقـل شـدة للصـوت تستطيـع أذن الإنسان العادي تمييزه.

● **حساب سرعة الصواريخ**

تقـاس سرعـة الصـاروخ باستخـدام المعادلة:

$$V = -0.0098\,N + V_0\,\ln(R)$$

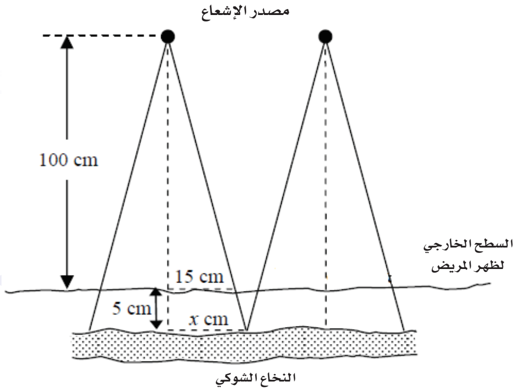
حيث:

N: زمن اشتعال وقود المحرك

V_0: سرعـة انطلاق البخار

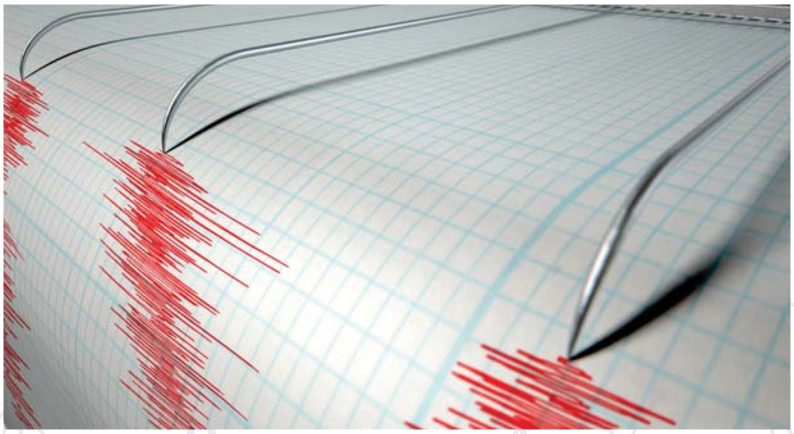
R: نسبـة كتلة الصاروخ محمل بالوقود إلى كتلته دون وقود

Ln: اللوغاريتم الطبيعي



المصدر http://math.nie.edu.sg/bwjyeo/publication/ameyearbook2010__reallifeapplications

■ شكل (١) ضبط مسافة الإشعاع لعلاج الأورام السرطانية.



■ اللوغاريتمات أساس عمل جهاز مقياس ريختر.

- **الإحصاء**

الرياضيات هي أساس علم الإحصاء، وتدخل في حسابات عديدة فيه، ونأخذ على سبيل المثال، حساب الفائدة المركبة المستمرة في الإحصاء حسب المعادلة:

$$a = m\,e^{rn}$$

m: المبلغ المستثمر.

r : مقدار الفائدة.

n: عدد السنوات.

- **المتتابعات الحسابية**

تستخدم المعادلة:

$$U_n = a + (n-1)\,d$$

للتعبير عن المتتابعات الحسابية (العددية)، حيث:

n: الحد النوني.

a: الحد الأول.

d: مقدار الزيادة.

ولنفرض أن هناك موظفاً يعمل بعقد سنوي، وأنه يأخذ راتباً في الشهر الأول مقداره ٢٠,٠٠٠ ريال، على أن يعطى زيادة ثابتة في نهاية كل شهر مقدارها ١,٥٠٠ ريال، فكم يبلغ راتبه في نهاية السنة ؟

نلاحظ أن راتب الشهر الأول = ٢٠,٠٠٠ ريال.

راتب الشهر الثاني = ٢١,٥٠٠ ريال (مع الزيادة للشهر الأول).

راتب الشهر الثالث= ٢٣,٠٠٠ ريال (مع الزيادة للشهر الثاني).

وهكذا نحسب راتب الشهر الرابع والخامس... إلخ.

نلاحظ أن مبالغ الرواتب تكون متتابعة حسابية، حدها الأول ($a = 20{,}000$)، و أساسها ($d = 15{,}000$)

ونحتاج إلى إيجاد الراتب في نهاية السنة الذي هو (U_n)، بحيث ($n = 12$)؛ عدد أشهر السنة.

$$U_n = a+(n-1)d$$

فيكون: $U_n = 20{,}000 +(12 - 1)\times 1{,}500$

=36,500 ريال، وهو مقدار ما سيتقاضاه في نهاية العام.

وهكذا ساعدتنا الرياضيات في اختصار الوقت والجهد، وإذا كانت عملية حساب الراتب خلال سنة، عملية يسيرة، فلك أن تتخيل لو حسبت راتبه خلال عشر سنوات أو أكثر!.

■ حساب المساحة مهم في معرفة كمية الدهان المستخدم، وعدد قطع البار كيه لتغطية الأرضية.

الرياضيات وعالم العِمارة

إن عملية تخطيط الأرض وتحديد الجزء المستخدم للبناء عليها، ثم عملية تقدير المواد المستخدمة في البناء، كلها تحتاج إلى الرياضيات، ولنأخذ بعض الأمثلة التي تبين دور الرياضيات الكبير في هذه العملية:

تبليط المساحات هو مجموعة أشكال مستوية تملأ المستوى المعني دون ثغرات ودون تداخلات، وبمعرفة مساحة الغرفة، وأبعاد البلاط المستخدم يمكن للشخص حساب عدد البلاطات التي يحتاج إليها دون زيادة. وتتجلى أهمية هذا الأمر في المشروعات العملاقة التي نراها حولنا في كل مكان، وينسحب هذا على حساب كمية الدهان المستخدم للجدران، وكم نحتاج لمساحة معينة، كما أن التصاميم المختلفة للغرف قد تحتاج من الشخص إلى معرفة نصف القطر أو القطر لحساب المساحة، مثلا لو كانت الغرفة في أحد أجزائها على شكل نصف دائرة.

خاتمة

تتجاوز أهمية الرياضيات ودورها ما ذكرناه في هذا المقال، ولا نستطيع بطبيعة الحال ذكرها جميعًا، وهناك أهداف عامة لدراسة الرياضيات حددها الخبراء، تساعدنا على معرفة الهدف من دراسة الرياضيات، نذكر منها:

١- تزويد الطلاب بالمعرفة الرياضية اللازمة لإعدادهم للحياة.

٢- إكساب الطلاب أساليب التفكير السليمة (التفكير الاستنباطي، التفكير الاستقرائي، التفكير التأملي، التفكير التجريدي...إلخ)

٣- تنمية المهارات لديهم مثل: مهارة إجراء العمليات الرياضية، المهارة في عمليات القياس، و المهارة في حل المشكلات.

٤- إكساب الطلاب عادات حميدة مثل: الدقة، التنظيم، الترتيب، الموضوعية، التعاون... إلخ.

٥- تلمّس النواحي الجمالية في الكون من حولنا.

٦- معرفة دور الرياضيات فيما يقوم به الإنسان من تطوير وبناء.

المراجع

- التحديات التي تواجه علم الرياضيات كقوة محركة لتقدم المجتمع «دراسة تطبيقية».
- بحث تطبيقات الرياضيات في الحياة، أ.خالد عثمان الصباغ. تطبيقات الرياضيات هي القوة المحركة للمجتمع. ملتقى التخطيط والتطوير.
- النمذجة الرياضية في مكافحة السرطان «دراسة علمية».
- مجموعة دراسات في الرياضيات والتي تنظمها كل عام جامعة WITS.
- بحث الرياضيات في حياتنا، د.محمود الحمضيات.

موقع ويكيبيديا.

http://www.springerlink.com/
./content/71958358k273622q
./http://calvino.polito.it/~mcrtn
.http://calvino.polito.it/~mcrtn/abstract.html
ftp://ftp.math.ucla.edu/pub/camreport/cam08-51.pdf
http://chemoth.com/tumorgrowth

النسبة الذهبية.. منبع جمال ومصدر إلهام

د. عبد الواحد الخليل

اهتم الفنّانون و المبدعون على مر العصور بالتناغم و التناسق و الجمال في إبداعاتهم، واعتقد المعماريون والفلاسفة بوجود نسبة مثالية تمكن من الحصول على أفضل تناغم وجمال وهو ما سَمَّوه النسبة الذهبية أو المقطع الذهبي أو العدد الذهبي. فتنت النسبة الذهبية العقول لآلاف السنين، ويرمز لها بالحرف الإغريقي (φ) ويقرأ «فاي»، وهو الحرف الواحد والعشرون من الأبجدية اليونانية، وقيمته الحقيقية هي $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ والتي تساوي تقريباً...1،6180339887.

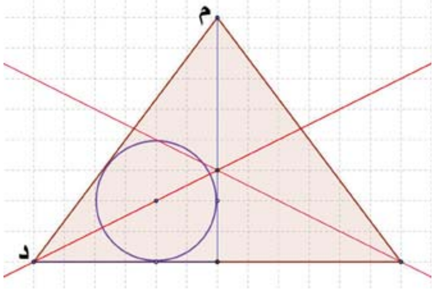
يرجع الفضل في تبنّي هذا الرمز (φ) للدلالة على النسبة الذهبية إلى العالم **تيودورأندريا كوك** (١٨٦٧-١٩٢٨م) من خلال كتابه «منحنيات الحياة» الذي جمع فيه التشكيلات اللولبية (الحلزونية) وانعكاساتها في نمو الطبيعة والعلوم و الفن، معتمدًا في الأساس على أعمال **ليوناردو دي فانشي** التي حملت شعار النسبة الذهبية. وقد اتُّخِذ هذا الرمز عِرفاناً لما قدّمه النحّات الإغريقي **فايدياس** (Phidias) (٤٩٠- ٤٣٠ قبل الميلاد) والذي استعمل النسبة الذهبية في إضفاء الزخرفة على صرح أثينا الشهير «البارثينون».

عرفت النسبة الذهبية تطورات متلاحقة في البداية مع المصريين القدامى ببعدها الديني القدسي من خلال شمس الأقصر، ثم من خلال المقارنة الهندسية وتجلياتها في حقول العمارة والزخرفة والرسم، لتدخل مع **دي فانشي** - مع مطلع النهضة الأوروبية - في دائرة الأسطورة، فأصبحت النسبة الذهبية تتجاذبها الخرافة والحقيقة.

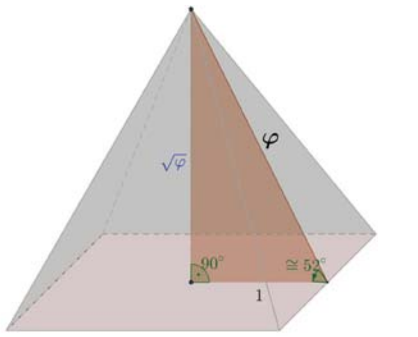
عرفت النسبة الذهبية في عهد المصريين القدامى فيما أطلقوا عليه الهندسة «المقدسة» المرتكزة على «شمس الأقصر»، شكل (١)، الذي يجسد ما سمِّي عندهم بالمثلث المقدس.

وتنبغي الإشارة هنا، إلى أنه من خلال، شكل (١)، يستحيل أن يكون منصِّف الضلع (م، د) مماسًّا للدائرة. من ثَّم نستخلص أن التناغم غير كامل، و رغم ذلك اعتقد المصريون القدامى أن شمس الأقصر مقدسة، واستعملوا ما يسمّى بالمثلث المقدس ذي الخصائص السحرية في مقارباتهم جميعًا، وربطوه بكل ما هو مقدس لديهم من صور وأشياء بما فيها هرم **خوفو** بالجيزة المعتمد على النسبة الذهبية الذي يعد الأكثر ارتفاعاً بين الأهرامات، شكل (٢). بُني هذا الهرم بحيث تكون قسمة ارتفاع أي واجهة من واجهاته على نصف ضلع قاعدة الهرم، تعطي نتيجتها العدد الذهبي، ولأن للأهرامات مكانة دينية مهمة لدى المصريين القدامى، فهذا يعطينا الدليل التأريخي الأول على استعمال النسبة الذهبية.

انتقل سرّ العدد الذهبي إلى الإغريق عن طريق **فيتاغورس** و**إقليدس** اللَّذين كانا مدرّسين للرياضيات بالإسكندرية، التي كانت آنذاك ملتقى العلماء، فاستعمل الإغريق العدد الذهبي في منشآتهم الدينية و في جلّ معالمهم الأثرية المعتبرة، وفي الفنون والعمارة والنحت كلمسة جمال يستحسنها النظر، فعلى سبيل المثال لا الحصر: مدرّجات مسرح **إبيداوروس** في اليونان. مع بزوغ عصر النهضة الأوروبية طبعت النسبة الذهبية أعمال المبدعين و الرسامين



■ شكل (١) المثلث المقدس عند المصريين القدامى.



■ شكل (٢) النسبة الذهبية في هرم خوفو.

وفي طليعتهم **ليوناردو دافنشي، مونيه، سيزان، دالي، وبيكاسو**.

الهندسة الذهبيّة

تأخذ الهندسة الذهبيّة عدّة أشكال من أهمها ما يلي:

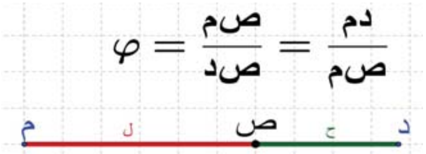
● القطعة الذهبية

يعدّ العالم الإغريقي **إقليدس** (ولد سنة ٣٠٠ قبل الميلاد) – الذي يعدُّ أبا الهندسة – أول من جعل النسبة الذهبية ذات قيمة علمية حقيقية من خلال إعطائها تعريفاً رياضياً، حيث أشار إليها في مجلّده الرابع «العناصر» الذي ألّفه حوالي سنة ٣٠٠ قبل الميلاد، بما معناه إذا قسمنا شيئًا ما إلى جزأين متجانسين غير متكافئين، فنقول حينئذ إن القسمة قسمة ذهبية؛ إذا كان الكل على الأكبر يساوي الجزء الأكبر على الجزء الأصغر. من ثَّم يصبح ناتج التناسب هو النسبة الذهبية، شكل (٣).

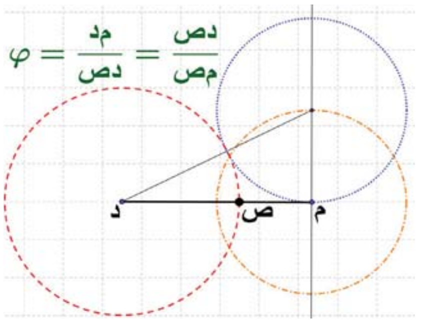
تُعرف أيّة قطعة بأنها قطعة ذهبية إذا حققت الشرط: $\frac{ل}{ج} = \frac{ج+ل}{ل}$

تعدّ النسبة الذهبية نسبة فريدة على هذا النحو، فإنها تربط رمزيًّا كل جيل جديد بأسلافه حفاظًا على استمرارية العلاقة بوصفها البصمة لتتبع أثر نسبها.

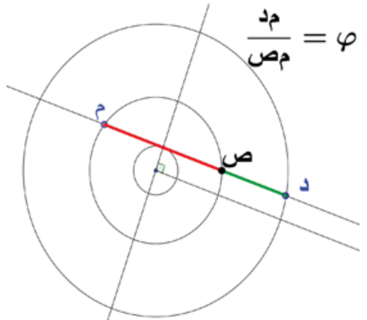
يمكن كذلك الحصول على قيمة القسمة الذهبية على أية قطعة من مستقيم من خلال، شكل (٤) باستعمال المسطرة والفرجار فقط.



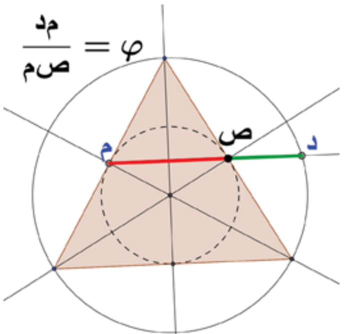
■ شكل (٣) القسمة الذهبية .



■ شكل (٤) القسمة الذهبية باستعمال المسطرة والفرجار .



■ شكل (٥) مضاعفة قطر الدائرة .



■ شكل (٦) إحاطة مثلث متساوي الأضلاع بدائرة.

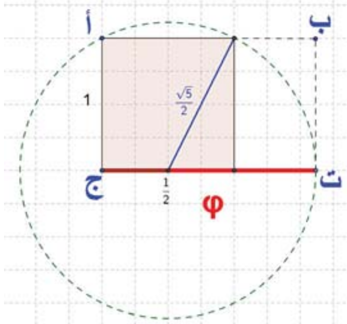
كما يمكن الحصول على القطعة الذهبية بمضاعفة قطر الدائرة مرتين، شكل (٥) وبإحاطة المثلث متساوي الأضلاع بالدائرة، شكل (٦).

● المستطيل الذهبي

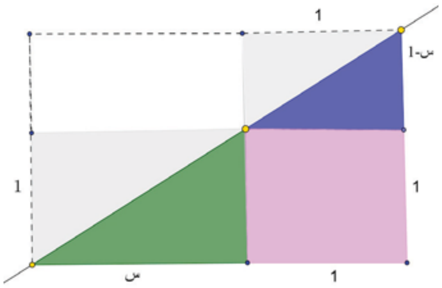
إذا طلب من أناس عاديين رسم مستطيل بشكل عفوي فإن شكل هذا المستطيل سيكون قريباً من المستطيل الذهبي بنسبة حوالي ٧٥٪ حسب الفيلسوف الألماني **غوستاف فشنير** (١٨٧٦م).

يوضح، شكل (٧) الطريقة التقليدية لتشكيل النسبة الذهبية و(المستطيل) المتحصل عليه الذي يعرف بالمستطيل الذهبي.

خطوات الرسم: رسم دائرة مركزها منتصف أحد أضلاع المربع وتمر عبر الرأسين المقابلين لهذا المنتصف. ثم الحصول على نقطة (ت) وهي تقاطع المستقيم (ج ت) حامل الضلع المذكور مع الدائرة، ومن ثم المسافة تساوي φ = ج ت التي تساوي



■ شكل (٧) الطريقة التقليدية لتشكيل النسبة الذهبية.



■ شكل (٨) التأكد من ذهبية المستطيل .

باستعمال خاصية فيتاغورس.

$$\varphi = \frac{1+5^{\frac{1}{2}}}{2}$$

يعدّ هذا العدد أصم، لكونه لا يمكن كتابته على شكل كسر بين عددين صحيحين.

يمكن التأكد من ذهبية مستطيل ما بوضعه أفقياً ثم عمودياً متجاورين. فإذا مر قطر الأول برأس المستطيل الآخر فهو إذن مستطيل ذهبي، شكل(٨).

برهان: نصف المساحة الكلية للمستطيل أعلاه هي $\frac{س(س+1)}{2}$ وهي تساوي مجموع مساحة المثلث الكبير $\frac{س}{2}$ (الأخضر) ومساحة المربع (١) ومساحة المثلث الصغير $\frac{(1-س)}{2}$. وبالتالي نحصل على

$$\frac{(1-س)}{2}+1+\frac{س}{2}=\frac{س(س+1)}{2}$$

أي أن (س) تحقق المعادلة: $س^2 - س - 1 = 0$، بما يعني س = φ.

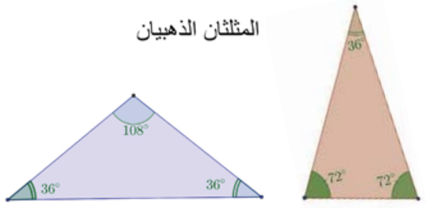
نشير هنا إلى أن العدد الذهبي (φ) هو الوحيد الذي يحقق الخاصية الآتية: إذا حذفنا منه 1 يصبح مقلوبه، وإذا أضفنا له (١) يصبح مربعه: أي

$$\varphi^2 = \varphi + 1 \quad و \quad \frac{1}{\varphi} = \varphi - 1$$

نستنتج كذلك أن (φ) ومقلوبه $\frac{1}{\varphi}$ لهما نفس الجزء العشري.

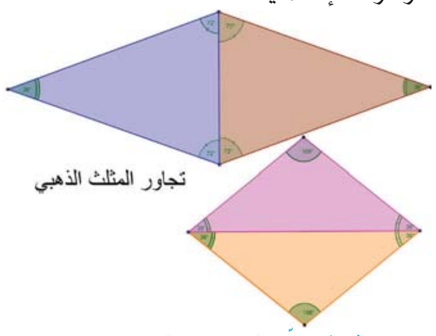
● المثلث الذهبي

المثلث الذهبي هو مثلث متساوي الساقين بحيث تكون نسبة أطوال أضلاعه نسبة ذهبية، ما يحصُر المثلثات الذهبية اثنين فقط اللذين لهما زاويتا بالأساس إما ٣٦° و٧٢°، شكل (٩).



■ شكل (٩) المثلثان الذهبيان .

بمجاورة المثلثين الذهبيتين نحصل على شكل معيّن، شكل (١٠) الذي كثيراً ما يستخدم في الزخرفة الإسلامية.

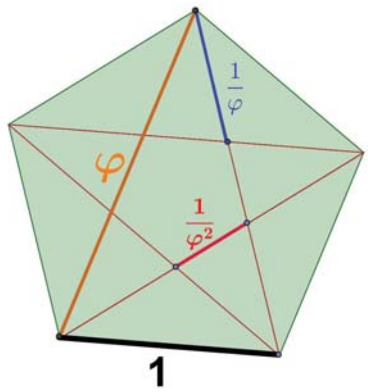


■ شكل (١٠) معيَن ناتج من تجاور مثلثين ذهبيين.

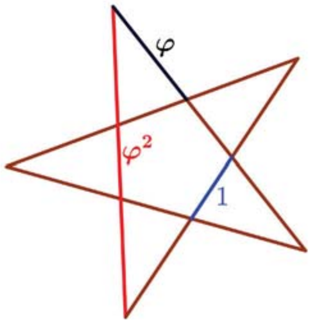
● النجمة الخماسية وخماسي الأضلاع

فتح هذان الشكلان الهندسيّان الباب أمام الأسطورة والخرافة، إذ ربط المشعوذون والسحرة طلاسمهم بأشكال ما يسمّى بالهندسية الذهبية، شكل (١١)، شكل (١٢)، وأصبحت النجمة الذهبية هي التي تمثل شكل النجمة في السماء رغم الفرق بينها.

وتجدر الإشارة إلى أنّ خماسي الأضلاع هو اسم مقر وزارة الدفاع الأمريكية البنتاغون، في حين أنّ العديد من الدول من الغرب إلى الشرق مروراً بالعالم الإسلامي، اتخذت من النجمة



■ شكل (١١) خماسي الأضلاع .



■ شكل (١٢) النجمة الخماسية.

الخماسية شعاراً لها يزيّن أعلامها.

● اللولب الذهبي

كانت متتالية **فيبوناتشي** جوابًا لسؤال بسيط طرحه **ليوناردو دي فانتشي** حول تكاثر الأرانب: «إذا كان عندنا زوج من الأرانب، فكم سيكون لدينا من زوج بعد سنة؟ علمًا أن كل زوج سيمنحنا زوجاً جديداً بعد كل شهر ابتداءً من الشهر الثاني من ولادته».

تتكوّن متتالية **فيبوناشي** من الأعداد الصحيحة الطبيعية الآتية:

1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 ...

واختصاراً، تحكمها العلاقة التكرارية:

$$(١)\quad د_{ل+1} = د_{ل} + د_{ل-1} \text{ مع } د_1 = د_2 = 1$$

تعدّ هذه السلسلة أكثر أنماط الأعداد شهرة في تاريخ الرياضيات.

ابتداءً من الحد الثالث، فكل حدّ هو جمع للحدّين السابقين. لكن أهم ما يميزها هو أن القسمة $\frac{د_{ل+1}}{د_ل}$ تؤول إلى القسمة الذهبية (φ) لما (ل) تؤول إلى ما لانهاية.

برهان: المعادلة الخاصة بالعلاقة التكرارية (١) هي:

$$(٢)\quad (س + 1 = س^2)$$

والتي جذراها هما $\frac{1 \pm 5^{\frac{1}{2}}}{2}$ أي

$$د_ل = ع\left(\frac{1+5^{\frac{1}{2}}}{2}\right)^{ل} + م\left(\frac{1-5^{\frac{1}{2}}}{2}\right)^{ل}$$

باستعمال الشرطين الابتدائيين د١ = د٢ = ١

نستنتج أن $ع = -م = \frac{5^{\frac{1}{2}}}{5}$

أي $د_ل = \frac{5^{\frac{1}{2}}}{5}\left[\left(\frac{1+5^{\frac{1}{2}}}{2}\right)^{ل} - \left(\frac{1-5^{\frac{1}{2}}}{2}\right)^{ل}\right]$

بما أن $\frac{1 \pm 5^{\frac{1}{2}}}{2}$ موجب وأصغر من واحد قطعًا، فإن قيمة دل بالنسبة لِ «ل» عدد كبير، ما هو إلا الجزء الصحيح لِ $\frac{5^{\frac{1}{2}}}{5}\varphi^{ل}$.

من جهة أخرى، إذا وضعنا $ع_ل = \frac{د_{ل+1}}{د_ل}$ فإنها تحقق $ع_ل = \frac{1}{ع_{ل-1}} + 1$

كما أن φ يحقق نفس الصيغة

$$(٣)\quad \varphi = \frac{1}{\varphi} + 1$$

و هذا يستلزم $\left|ع_ل - \varphi\right| = \left|\frac{1}{ع_{ل-1}} - \frac{1}{\varphi}\right|$

وبحساب بسيط، نتوصل إلى أن

$$\left|ع_ل - \varphi\right| \leq \left(\frac{1}{\varphi}\right)^{ل-1} \left|ع_1 - \varphi\right|$$

بما أن $\frac{1}{\varphi}$ أصغر من (١) قطعاً، فإن المتتابعة $ع_ل$ تؤول إلى النسبة الذهبية لما «ل» تؤول إلى ما لانهاية.

كما يمكن البرهان على أن المتتالية متقاربة وتؤول إلى (φ) باستعمال إحدى الدوال الآتية:

$$د(س) = \frac{1}{س} + 1$$

$$د(س) = (1 + س)^{\frac{1}{2}}$$

بعض الكتابات المدهشة للنسبة الذهبية:

قوى (φ):

بما أن (φ) تحقّق المعادلة (٢) يمكن استنتاج

$$\varphi^2 = \varphi + 1$$
$$\varphi^3 = 2\varphi + 1$$
$$\varphi^4 = 3\varphi + 2$$
$$\varphi^5 = 5\varphi + 3$$
$$\varphi^6 = 8\varphi + 5$$
$$\vdots$$
$$\varphi^{ل+2} = \varphi^{ل} + \varphi^{ل+1}$$

نلاحظ أن قوَى (φ) تكتب بدلالة العددين 1 و φ والمعاملات ما هي إلا أعداد **فيبوناشي**. وهذا ما يثبت العلاقة الوثيقة بين النسبة الذهبية وسلسلة **فيبوناشي**.

بالإضافة إلى أن ($\varphi^{ل}$) هي متتالية هندسية ومتتالية حسابية في نفس الوقت.

تُحقق متتالية **فيبوناتشي** الخاصية الآتية:

$$د_ل^2 - د_{ل-1} . د_{ل+1} = (-1)^{ل-1}$$

بمعنى أن الفرق بين مساحة المربع ذي الضلع $د_ل$ ومساحة المستطيل ذي الطول $د_{ل+1}$ والعرض $د_{ل-1}$ يساوي $+1$ أو -1 .

هناك كثير من المتطابقات التي تحققها متتالية **فيبوناتشي**، يبرهن على معظمها باستعمال طريقة الاستقراء الرياضي.

انطلاقاً من الصيغة (٣)، يمكن كتابة (φ) على شكل الصيغة الكسرية المتواصلة على النحو الآتي:

$$\varphi = 1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1+...}}}}}}}}}}}$$

مرة أخرى انطلاقًا من كون (φ) حلاً للمعادلة (٢).

يمكن كتابة النسبة الذهبية على شكل الصيغة الجذرية التربيعية المتواصلة الآتية:

$$\left(\left(\left(\left(\left(\left(\left(\ldots+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}+1\right)^{\frac{1}{2}}=\varphi$$

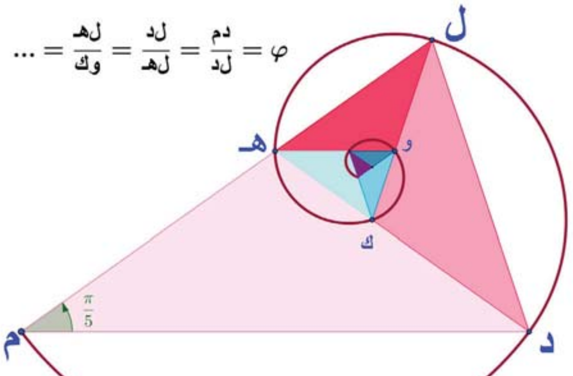
تجدر الإشارة إلى أنّ هناك ما لانهاية من متتاليات **فيبوناتشي** حسب الشرطين الابتدائيين على $د_{١}$ و $د_{٢}$.

لنأخذ مثلاً عددين بشكل عشوائي لنقل: ٤٠٣ و ٩٨٥ ونواصل البحث عن حدود متتالية **فيبوناتشي**، فنجد القيمة من $د_{٣}$ إلى $د_{٧}$ كما يلي:

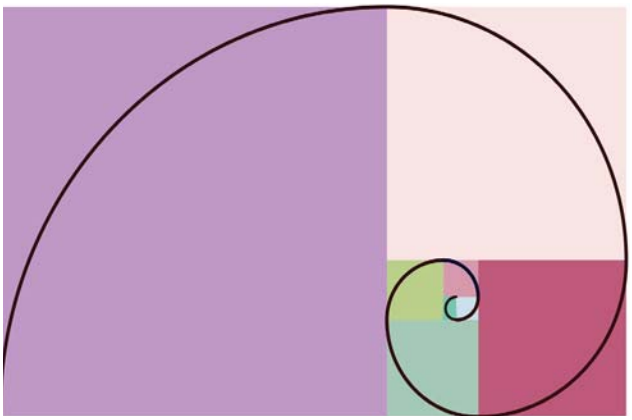
$د_{٣}$	١٣٨٨
$د_{٤}$	٢٣٧٣
$د_{٥}$	٣٧٦١
$د_{٦}$	٦١٣٤
$د_{٧}$	٩٨٩٥

■ حدود متتالية فيبوناتشي بين عددين .

نفاجأ! كون ناتج قسمة العددين الأخيرين (٩٨٩٥÷٦١٣٤) هو: ١,٦١٣١٣٩٨٧٦١٠٠٤٢٤ وهو قريب للعدد الذهبي. وبالتالي إذا واصلنا فستؤول القسمة إلى العدد الذهبي في النهاية. الجدير بالذكر أنه يمكن الحصول على اللولب الذهبي بالاعتماد على المثلث الذهبي، شكل (١٣).



■ شكل (١٣) اللولب الذهبي بالاعتماد على المثلث الذهبي .



■ شكل (١٤) اللولب الذهبي بالاعتماد على المستطيل الذهبي .

كما نحصل على اللولب الذهبي، شكل (١٤) بالاعتماد على المستطيل الذهبي.

نلاحظ أنّ اللولب الذهبي المتحصل عليه متكافئ الزوايا، ونراه في كثير من أنماط الطبيعة: دوار الشمس، القواقع، مخاريط الصنوبر، ترتيب الأوراق وبتلات العديد من النباتات. بالإضافة إلى ذلك فإنّ أقطار المستطيلات المنطلقة من المربعات في اتجاه المستطيلات الأصغر تتقاطع كلها في نقطة واحدة التي تعدُّ نقطة ارتكاز اللولب، و مركز تشابه اللولب بنسبة مقلوب العدد الذهبي أي (φ-1) وبزاوية ٩٠°.

ساهم اللولب الذهبي في تقوية مكانة النسبة الذهبية للارتباط الوثيق بينهما مؤكّدًا حضورها في الطبيعة و في الحيوانات، و هذا مُشاهَد رأي العين (بالنسبة لقوقعة الحلزون فإنّ نسبة عرض لفتين متتاليتن هي (φ) والنبات (تباعد مركز الفروع والأوراق يحترم بشكل كبير النسبة الذهبية، كما أن بتلات معظم الأزهار هو ١ أو ٢ أو ٣ أو ٥... وهي الحدود الأولى لمتتالية فوبناتشي).

من الملاحظ أن الشكل الكلاسيكي للصدفيات والقشرات هو حلزوني، إذ تستخدم هذه المخلوقات في بناء قوقعتها النسب نفسها لكل غرفة موسعة للتي تليها؛ النمو في أعقاب القانون الذي هو في كل مكان الشيء نفسه. المثلث الخارجي هو نفسه باعتباره واحدًا من أضلاع خماسي الأضلاع، شكل (١١).

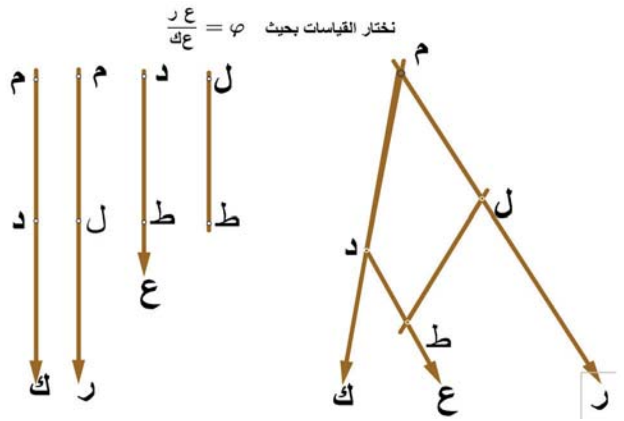
الشيء الذي يحدد اللولب الذهبي بغض النظر عن اللوالب الأخرى هو كون منحناه هو بالضبط نفسه، مهما صغَّرنا أو كبّرنا شكل قوس اللولب على المثلث أو المستطيل فإنّنا نحصل دائمًا على نسخة طبق الأصل على كل مستطيل ذهبي أو مثلث ذهبي، بمعنى أوضح أننا سنرى صورة مكبّرة أو مصغرة فقط لما كنا نراه، وعلى حدّ علم الكاتب فلا يوجد أيّ لولب آخر أو شكل حلزوني – معروف رياضيًّا – يتميز بهذه الخاصية من التشابه الرياضي!.

تطوّر النسبة الذهبية

مرّت النسبة الذهبية خلال العقود المختلفة بتطورين مهمين هما:

● **التطور الأول**

فرض **ليوناردو دي فانشي** على أوروبا «الصفر» لاسيما على التّجار في سنة ١٢٠٢م في كتابه (Liber Abaci) وهو من فكر في النسب المثالية للجسم البشري، استلهم منها **لوكا** سنة ١٤٩٢م ما يسمّى بـ (الرجل الفيتروفي) – انطلاقا من فكرة أن جسم الإنسان متناسق ومتناغم حسب قيمة (φ)، كرسم ما زال يشكل إلى يومنا هذا جدلاً كبيراً . ثم قاد **دي فانتشي** ثورة حول النسبة الذهبية ، مستعملاً إياها في جميع رسوماته الفنية. إلى درجة أنه تم ابتكار الفرجار الذهبي، وهي آلة مثل الفرجار لكن بثلاثة



■ شكل (١٥) الفرجار الذهبي.

أرجل، رؤوسها متباعدة بمسافة تحافظ على النسبة الذهبية، شكل (١٥)، لتكون هي المعيار الذي تحدّد به أبعاد الأشكال والتصاميم.

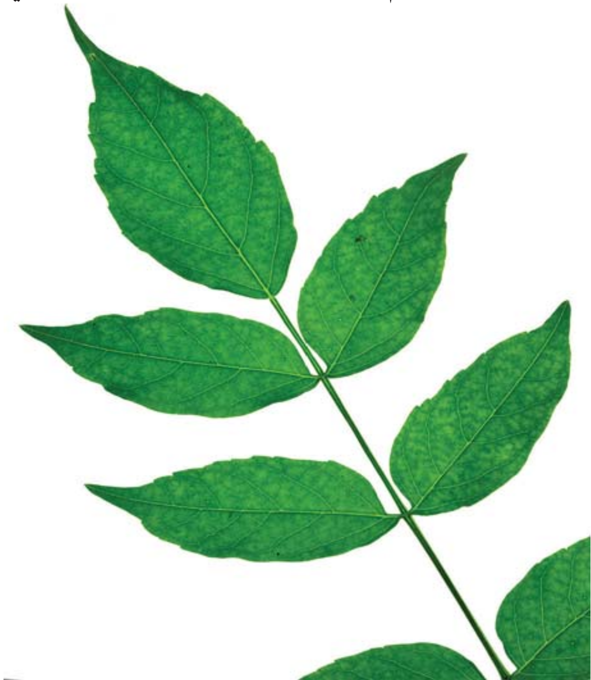
أدى ذلك إلى ظهور ما يسمّى بالهندسة «المقدسة» التي تعتمد على التناسب بمفهومه المطلق.

● **التطوّر الثاني**

التطوّر الثاني جبري حسابي، حيث نقل الإغريق النسبة الذهبية من الخصائص الهندسية إلى الخصائص الجبريّة، وهو ما ساعد في اكتشاف صعوبة حساب الأعداد الصمّاء (Irrational calculus). بعد ذلك، استعمل العلماء المسلمون النسبة الذهبية مطوِّرين تقنيات الهندسة بالمسطرة و الفرجار و برعوا في الهندسة الإقليدية، بل حتى الأرقام العربية ابتكرت على أساس عدد المثلثات في الرقم. ونخصّ بالذكر في الرياضيات **الخوارزمي** (٧٨٣-٨٥٠) و**أبي كمال** (٨٥٠-٩٣٠).

وفي هذا السياق اعتبر **أبو كمال** العدد الذهبي مجرّد حل لمعادلة جبرية من قبيل مسافة بين عالم الحساب و عالم التطبيق الهندسي.

ألهمت أعمال **أبي كمال دي فانتشي** لتطوير استخدام النسبة الذهبية في كثير من رسوماته، إلى جانب العلاقة الوثيقة بين التعريف الرياضي الذي أعطاه **إقليدس** للنسبة الذهبية والتطبيق الهندسي لها.



ملاحظات:

(*) أُنجزت جميع الأشكال الهندسية من قبل الكاتب بواسطة برنامج «جيوجيبرا».

(*) جميع الزخرفات و الرسومات مستلهمة من:
http://www.goossenkarssenberg.nl/geometric-patterns/designs-of-patterns/
http://www.broug.com/
http://www.celtech.ma/zellijbeldi/arabe/index.html

(*) الصور التي تتضمن الفرجار الذهبي مقتبسة بموافقة الجهة المالكة للموقع:
http://www.goldenmeangauge.co.uk/

المراجع

Adrian, B., Golden Ratio Predicted: Vision, Cognition and Locomotion as a Single, (2009).
S.L.Basin: The Fibonacci Sequence as it appears in Nature, Fibonacci Quarterly, vol 1 (1963), pages 53 - 57.
Broug, E., Islamic Geometric Patterns. Thomas and Hudson, USA, (2008).
A H Church: On the relation of Phyllotaxis to Mechanical Laws, Williams and Norgat, London 1904.
Clement, F., The Golden Ratio: A Contrary Viewpoint. The College Mathematics Journal, 36(2): 123-134, (2005).
Davis T. A: Fibonacci Numbers for Palm Foliar Spirals, Acta Botanica Neelandica, Vol 19, 1970, pages 236-243.
Davis T. A: Why Fibonacci Sequence for Palm Leaf Spirals?, Fibonacci Quarterly, Vol 9, 1971, pages 237-244.
Frishman, M. and Hason, U. K., Islam and the Form of the Mosque. The Mosque History, (2002).
Haubourdin, J. Le Mythe du Nombre d'Or – Une Esthétique Mathématique. Biospheric, (2011).
Herz-Fischer, R., A mathematical history of division in extreme and mean ratio. Waterloo, Canada: Wilfrid Laurier University Press, (1987).
Huntley, H. E., The Divine Proportion: A Study in Mathematical Beauty, Courier Dover Publications, (1970).
Lawlor, R., Sacred Geometry, Thomas and Hudson, London, (1992).
Lee, A. J., (1987). Islamic Star Patterns. Muqarnas, 4: 182-197.
Livio, M., The golden ratio: The story of phi, the world's most astonishing number. Broadway Books, (2003).
Md. Akhtaruzzaman and Amir A., Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and
the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering,
International Journal of Arts 2011; 1(1): 1-22.
Prusinkiewicz , P. and Aristid, L., The Algorithmic Beauty of Plants Springer-Verlag, (1990). (pdf ملف - متوفر مجانا).
Olsen, S., The golden section: Nature's greatest secret. Walker & Company, (2006).
Schneider, M., A beginner's guide to constructing the universe: The mathematical archetypes of nature, art, and science. New York: Harper Perennial, (1995).

علماء المستقبل
شارك. حقق. طوّر.

futurescientists.kacst.edu.sa

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

مدّ الجمال.. وجزر الأسطورة

د. عبد الواحد الخليل

استوقفت النسبة الذهبية- وتحت عباءتها متتالية فيبوناتشي - الرياضيين والفنانين و المصممين والعلماء لعدة قرون، و أصبحت لها وظائف مذهلة في الطبيعة، إلى درجة أن هناك مَن اعتبرها شفرة أساسية لتناغم الكون، في حين هناك من يعتبرها ضرباً من الأسطورة. تُعد النسبة الذهبية بوجهيها العلمي و الميتافيزيقي، الرقم الأكثر جدلًا على مر العصور. إذ إنها متواجدة في معظم ما حولنا في الطبيعة بدرجة مدهشة، ما يعطي الطبيعة رونقا خاصًا وجمالًا ربانيًا لا يضاهيها، بل وفي التركيبة الفيزيولوجية للكائنات الحية، وفي طليعتها الإنسان، على أساس إبداعي قويم، إذ قد يراها الشخص في المخلوقات من حوله (إنسان، حيوان، نبات والجماد)، أضف إلى ذلك استخدامها في التصوير والرسم والعمارة والديكور..إلخ.

قد يرى بعضهم أن هذه الجوانب مثيرة للجدل والسجال، ولكن من المؤكد أن هناك من استخدم الوجه العلمي الرياضي والهندسي لها، وفي مقدمتهم مؤسسو علم العمارة والزخرفة الإسلامية، في حين أن أولئك الذين استعملوا الوجه الميتافيزيقي والأسطوري، سقطوا في التناقض، لاسيما من اعتبروها البصمة الإلهية الوحيدة في نشأة وتطور الطبيعة.

يستعرض هذا المقال أمثلة لتواجد النسبة الذهبية في الطبيعة، وكيف استفاد منها الإنسان- خاصة المسلمون- في أعمال الزخرفة.

تجليات النسبة الذهبية

تتعدد تجليات النسبة الذهبية فتكاد تصبغ العوالم الثلاثة الطبيعية: الحيوان والنبات والجماد، وهناك نماذج غير محدودة تؤكد ذلك، فضلًا عن ذلك أنشأ الإنسان، بإرادته أو بعدمها، وسواء بالحدس أو المصادفة أو المعرفة الفطرية، نسبة ذهبية حاضرة في أعماله مازالت تشكل لغزًا محيرًا..!.

لاشك أن النسبة الذهبية حاضرة في الطبيعة واللوحات الفنية والنحت والعمارة، بغية الحصول على التناغم، كما تناولها علماء الرياضيات دراسة وتطبيقًا، إذ ساعدت في الحصول على الانسيابية والجمال.

لعل متتالية **فيبوناتشي** بمنزلة محرّك للإبداع، قوّة بمحرك «ذاتي»، تدار بنبض كوني خفي (إنه إرادة الله) والقوة المولّدة جابت منذ بداية الزمن أرجاء الكون، كلّما كبرت ولّدت بُنى انكسارية وانشطارية تسيّرالطاقة والزمن.

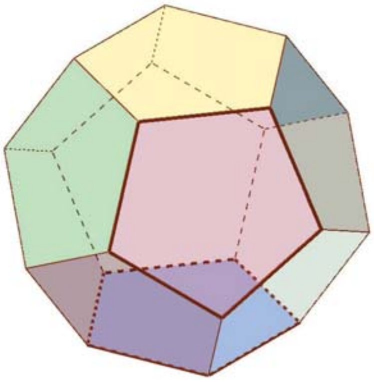
ترشد هذه المتتالية إلى مسار متناغم وثابت في صيرورته انطلاقًا من مركز ينبثق منه لولب في اتجاه ما لانهاية، وكلّما كبرت أعداده كلّما اقتربنا من النسبة الذهبية.

● الكون

في خضّم اهتمامه بالأحجام الأفلاطونية ونِسَبها التوافقية، اكتشف العالم الفلكي **جوهانس كيبلر** (١٥٧١-١٦٣٠) الأشكال اللولبية لمدارات الكواكب في النظام الشمسي مقاربًا إياها إلى اللولب الذهبي، إذ قال العبارة الآتية: «للهندسة كنزان: نظرية فيثاغورس، والنسبة الذهبية».

على مستوى المجرّات وما وراءها، تعد متتالية **فيبوناتشي** حاضرة تبعًا للبنى الانكسارية، فهي في تجاذب مستمر في اتجاه التوازن الفريد والانسجام الذهبي، إذ أكّد أن الضخم والضئيل مرتبطان ارتباطًا وثيقًا في مدارات إهليجية، وتردّدات صوتية، وكان هذا ما ألهمه في صياغة نظرية نغمات موسيقية من كواكب مختلفة، والمقاييس الموسيقية من حركات الكواكب، مستدلاً في ذلك على أن أشكال الحياة على الأرض تحاكي المبادئ التوافقية نفسها كالتي وجدت في النجوم بما يسمّى «موسيقى الكون».

بالنسبة لأتباع المدرسة الفيثاغورسية (نسبة



■ شكل (١) العدد الذهبي في عشاري وخماسي الأضلاع.

■ صورة (١) اللولب الذهبي في الطبيعة.

■ صورة (٢) اللولب الذهبي في بعض النباتات.

لفيثاغورس)، فإن تناغم الكون هو تناغم الأعداد، لا سيما الصمّاء منها، وفي مقدمتها: العدد الذهبي، الذي يوجد بقوة في هندسة عشاري الأضلاع، وخماسي الأضلاع، شكل (١)، إذ إنه كان لدى القدامى رمزًا للكونية والكمال والجمال.

ونلاحظ في صورة (١)، حضور اللولب الذهبي ومن ثم النسبة الذهبية على سبيل المثال في المجرّات، الأعاصير، دوامة الماء وفي صدفة الحلزون.

● الطبيعة

توجد في الطبيعة الأنماط والتصاميم والتراكيب من الجزيئات الأكثر ضآلة، إلى تعابير الحياة القابلة للإدراك بالعين المجردة، إلى الكون الأعظم، وهي تتبع حتمًا نماذج أصلية هندسية، بغض النظر عن ارتباطها بالعدد الذهبي أم لا، في حين استدعت الهندسة تفسيرات ميتافيزيقية كمبدأ كامن وراء العلاقة المتلازمة من الجزء إلى الكل. هذا هو مبدأ الوحدانية التي تقع تحته كل تلك الهندسة بكل تجلياتها على كل نوع بما لا يعد ولا يحصى وتثبت أن الخالق واحد، وهو - عز وجل - مبدع.

يرسّخ هذا المبدأ الترابط والتلازم والاتحاد لدينا، التذكّر المستمر لعلاقتنا بما حولنا، سواء أحطنا به أم لم نُحِط، بقدر ما يدعونا إلى التفكّر الحتمي في ملكوت الله عز وجل، فسبحان الذي خلق كلّ شيء فأبدعه وهداه.

بالعودة إلى النسبة الذهبية وتجلّياتها في الطبيعة، فمن خلال الصور (٢، ٣، ٥) يبدو أن هناك شكلاً من أشكال الانسجام بخطوات متناسبة ثابتة مرتبطة باللولب الذهبي، تذخر به الطبيعة في تنوعها.

هناك العديد من العلاقات الرياضية المدهشة بين النسبة الذهبية (φ)، وسلسلة فيبوناتشي، لعل أبرزها في تقسيمات جسم الإنسان والوجه، وفي الحيوان، والطيور، والأسماك، والحشرات، والنبات.

يعتقد العلماء أن الكائنات الطبيعية تنمو حسب النسبة الذهبية (φ)، وما يبرر هذه الفرضية، ما نشاهده في الطبيعة؛ إذ تشكّل النسبة الذهبية نموذجًا للطبيعة، فيما هو أدق إلى ما هو أكبر، ويكفي التأمل في بنيوية جمال الصور (١، ٢، ٣، ٤) لنلمس مدى التناغم الهندسي الرائع مطبوعًا بألوان منسجمة، تدعو إلى التفكر في هذا الجمال.

بدَورها تعدّ أبعاد جزيئة الحمض النووي ذات علاقة بمتتالية فيبوناتشي، إذ إنّ نسبة الطول المتمثل في ٣٤ أنجستروم والعرض المتمثل في ٢١ أنجستروم من حلقة كاملة، من حلزونية مزدوجة كاملة، يقترب من النسبة الذهبية.

يمكننا النظر أيضًا إلى تناظر الخماسية في الحياة العضوية بوصفها علامة على أنّ (φ) من إحدى قواعد الهندسة العضوية، وبالفعل نجد أنّ التماثل الخماسي هو شائع عمليًّا في الحياة العضوية. يوجد كذلك شكل النجمة الخماسية الذهبية وخماسي الأضلاع الذهبي في العديد من الزهور، المخلوقات البحريّة، والبلورات.

يبيِّن شكل (٢) أنّ كل خماسي يتعلق بخماسي أكبر يليه النسبة نفسها (φ)، ومع توالي خماسيات الأضلاع يتشكل هيكلًا شاملًا تتعلق به جميع الأجزاء الأخرى، وعليه فإن النسبة الذهبية هي القانون الذي يحكم هذه العلاقة، وهذا ما يجعل (φ) هو الذي يصل المضاف بالمضاف إليه، بمعنى آخر جيل جديد بجيل سلفه بما يطلق عليه النمو «الاندماجي» المتوازن،

■ صورة (٥) مثال آخر على النمو حسب النسبة الذهبية.

■ صورة (٣) النسبة الذهبية وتجليها في الكائنات الحية.

■ صورة (٤) الكائنات الطبيعية تنمو النسبة الذهبية.

■ شكل (٢) تشكيل خماسيات الأضلاع.

وهذا ما يميز أشكال الحياة العضوية .

كذلك يؤكد الكيميائيون أنّ العدد الذهبي يتجلّى في تكوين المادة بالإضافة إلى أنّ النوكليوتيدات التي تشكل الحمض النووي تنتظم حسب نظام رقمي بنسب أعداد متتالية فيبوناتشي.

● **الإنســان**

خلال فترة النهضة الأوروبية، نشر الراهب والمدرس الرياضي **لوكا باسيولي** مع بداية القرن السادس عشر كتابًا تحدث فيه عن هندسة الجسم البشري، فأطّر جسم الإنسان داخل المربع والدائرة، بمعنى تشكيل التماثلية المثالية، فهذا يساعد على إعطاء حركاته بعدًا هندسيًّا من الانسجام والتوازن، فالسُّرة تعدُّ النقطة للتناسب الذهبي لدى جسم الإنسان، شكل (٣)، شكل الأذن والأسنان، وعظمان متتاليان في الجسم متناسبان بمقدار (φ)، تماشيًا مع أعمال **ليوناردو ديفانشي** الذي حدّد سلفًا النسبة الذهبية كمعيار للجمال والتوافق والتناغم.

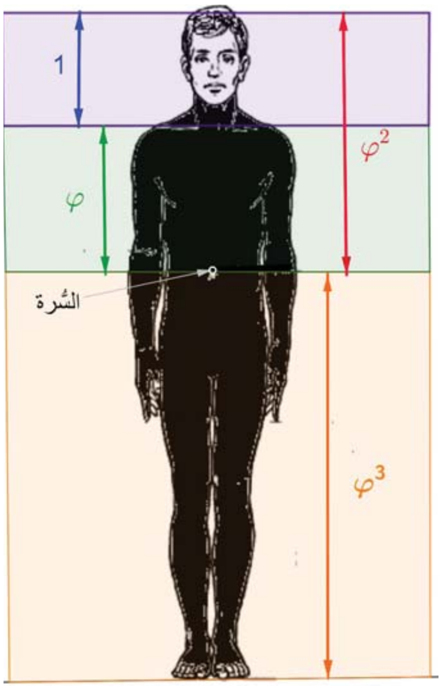
الجدير ذكره أنه لا يوجد شخصان متطابقان، لذا يجب استعمال نسب المعدلات، من ثمَّ استعمال النسبة الذهبية من منظور إحصائي!

● **النبات**

يتبع التفرع، والأزهار، والأشكال اللولبية في الطبيعة، القوانين الموحدة نفسها من التناغم وفق النسبة الذهبية ومن ثمَّ سلسلة **فيبوناتشي**، فمثلًا عند ملاحظة زهرة دوار الشمس، نجد ٥٥ لولبًا تدور في اتجاه عقارب الساعة في حين هناك ٣٤ أخرى تدور في عكس عقارب الساعة، وهما - كما سبقت الإشارة- حدّان من متتالية **فيبوناتشي**.

كما ينطبق ذلك على القوقعات والقرون، وعلى البتلات في أزهار عديد من النباتات.

و في الحيوان، نجد النسبة الذهبية في أشكال من قناديل البحر وقنفذ البحر والقواقع والقشريات وقرون الحيوانات والزواحف والطيور، شكل (٤).



■ شكل (٣) أبعاد جسم الإنسان .

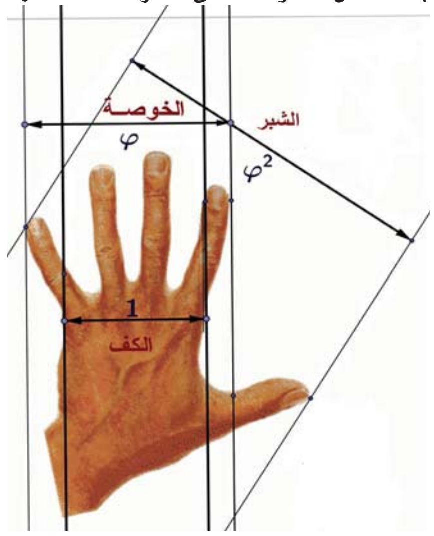
● **المقاييس**

كانت أعضاء الجسم هي الوحدات الأولى التي استخدمها الإنسان لقياس الأطوال والأعماق، فاستعمل الفتر والشبر والقدم والذراع والباع.

وكان المسلمون حريصين على هذا الشأن لاسيما انعكاسه في المعاملات التجارية والمواريث، فأصبح لديهم ما يعرف بوحدات القياس الشرعية حسب المذاهب الأربعة، بالاعتماد على متوسط الوحدات لتدقيق المقاييس، ويوضح الشكلان (٤،٥) أن تناسب هذه المقاييس قريب من النسبة الذهبية.

● **الحياة اليومية**

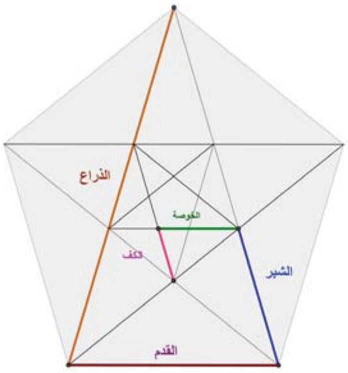
تحيط النسبة الذهبية بنا من كل جانب، فقط تتطلب قليلًا من التمعّن فيما حولنا من أشياء، فالشكل (٦)، يمكن أن نُكوِّنه في المطبخ باستعمال الأدوات التي نعرف منتصفها،



■ شكل (٤) وحدات قياس الكلف.

الجـزء	عدد الخطوط
الكف	٣٤ خطًا(*)
الخوصة	٥٥ خطًا
الشّبر	٨٩ خطًا
القدم	١٤٤ خطًا
الذراع	٢٣٣ خطًا

(*) الخط هو عرض حبة الشعير (ما يناهز ٢,٢٤٧ مم).



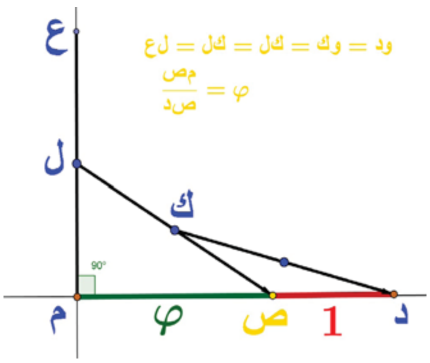
■ شكل (٥) تناسب مقاييس الكف .

فالقطعة [م، ع] يمكن أن تكون سكّينًا أو ملعقة على سبيل المثال أو منديلًا .

أمّا محفظتنا اليدوية فمليئة بالمستطيلات الذهبية كبطاقات الائتمان، الصراف، الهوية ، الإقامة، رخصة القيادة...، وكلها مستطيلات ذهبية، الشكلان (٨،٧).

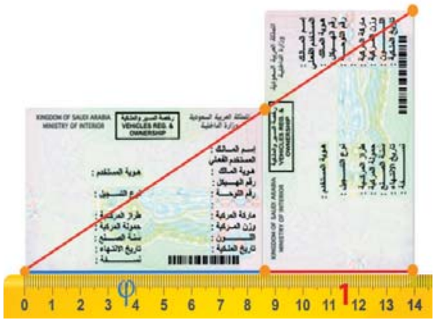
● **شعار الشركات والمؤسسات**

العديد من شعارات الشركات والمؤسسات العالمية مستلهمة من النسبة الذهبية، ويبرز شعار مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، مثالًا على ذلك، حيث يتكون من مثلثين داخل إطار مستطيل خفي نسبة طوله إلى عرضه تساوي النسبة الذهبية.



■ شكل (٦) تكوين النسبة الذهبية من أدوات معروفة المنتصف.

■ شكل (٧) بطاقات المصرف.. مستطيلات ذهبية.



■ شكل (٨) بطاقة رخص القيادة.

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

■ شعار المدينة والنسبة الذهبية.

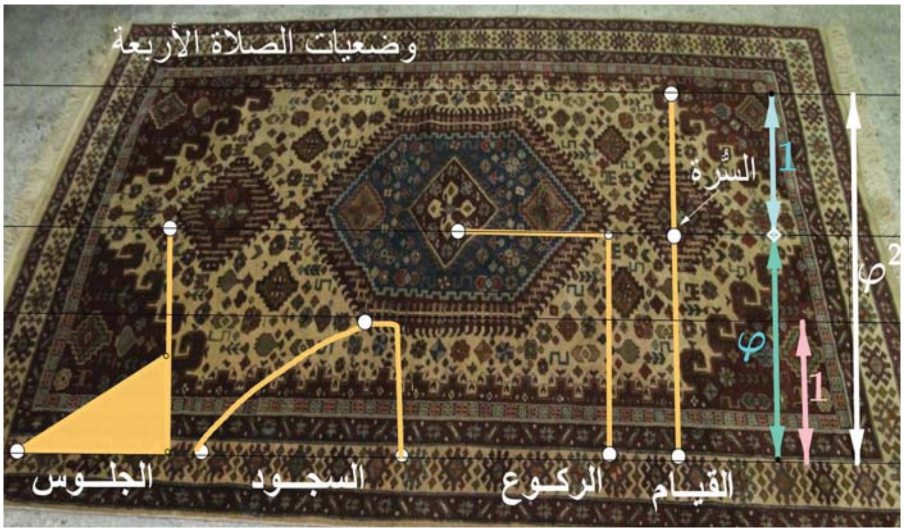
● **الصلاة**

الصـلاة عند المسلمين لها قدسـية بالغة ووقار، فوضعيات الصلاة الصـحيحة – وفقاً للسنة النبوية – مـن قيام وركـوع وسـجود وجلوس – تقارب النسـبة الذهبية، فبتحديد أعلى نقطة من جسم المصلي عند أدائه للصلاة، شكل (٩)، يمكن القول إن:

$$\frac{\text{القيام}}{\text{الركوع}} = \frac{\text{الركوع}}{\text{السجود}} = \frac{\text{الجلوس}}{\text{السجود}}$$

مفهـوم الجمـــال

يقـال عن الشـيء جميـل، إذا كان مطابقًا لما يجب عليـه أن يكون بحكم طبيعته (معيار مجرد من الذاتية والخلفيات الثقافية كقيمة مجردة).



■ شكل (٩) وضعيات الصلاة تقارب النسبة الذهبية.

لعـل مـا يجعـل النسـبة الذهبيـة تجـذب الاهتمام، هو اسـتعمالها في تحديد تناسق جسم الإنسـان في الوجه والأصـابع والأطراف، وتأثير ذلك في تصـوراتنا ومقارباتنا للجمال البشـري والطبيعـي، وقـد ترسـخ هـذا المفهوم علـى مرّ العصـور، بـل أكثر من ذلك، أصـبحت النسـبة الذهبيـة معياراً للتناغم ومرجعـاً للجمال، وبات (φ) يطبـق في التقـويم والتجميـل عنـد التدخل الجراحـي كهـدف لتحقيـق أفضـل النتائـج المنسـجمة مع الطبيعة والجمال في ملامح الوجه والمظهر للأسنان.

غـير أن مفهـوم الجمـال هـو في الحقيقـة مؤسـس علـى تعـدد أنواع الجمـال، ولـكل منها النسب الخاصة به.

والطبيعة متنوعة وثرية بالأنماط إلى درجة يمكن أن نجد فيها الأعداد جميعها سواء (φ) أو غيره.

الزخرفة الإسلامية هبة النسبة الذهبية

النسـبـة الذهبيـة حاضـرة في العمـارة الإسلامية وما تختزله من زخارف ونقوشات ذات جمال فريد وتناغم يسلب العقول، ولعلّي أزعم أن الحضارة الإسلامية هي التي استفادت بقدر وافر من النسبة الذهبية، حيث نجد هذه النسبة في جلّ مظاهـر الحضارة الإسلاميـة، لا سيما الإبداعيّة منهـا، وقد سـاعدها علـى ذلك كونها اسـتعملت النسبة الذهبية من منظور علمي صرف بعيداً عن التأويلات الميتافيزقية والخرافيّة، ومن أمثلة ذلك تعدُّ زخرفة الزليج ضـرباً من ضـروب الهندسـة الذهبيـة، فهـي ترتكـز علـى: التماثـل المحـوري المتعدّد والتماثل المركزي الشامل والموزّع والتكرار والتنـاوب، بالإضـافة إلى التحاكـي والـدوران والتجاور عند التركيـب، وهذا ما يعطي الانطباع عند النظر إلى الزخرفات بأنها ذات حركية دائمة وحية في توازن هندسـي يحقق وحدة النظر ويمنع تشـتت الأفكار لـدى المتأمل ويثير عنده إحساسًـا بالجديّـة والهـدوء والاتزان. لاسـيما مـع تناغم الألوان المستعملة، فضلاً عن تحقيق جمالية العمل الفني ككل. تعدّ هذه الأنساق الفنية قطع موضوعة من الزليج جُمِعت فيما بينها بتنسـيق أخّاذ يسلب الألباب على الجدران التي تغطيها، والأدراج التي تشـكلها والبوابـات التي تكسـوها، وعلى أرصـفة وبلاطات المسـاجد والقصـور والإقامات الفخمة، قطع فنية رائعة تعانق الجمال.

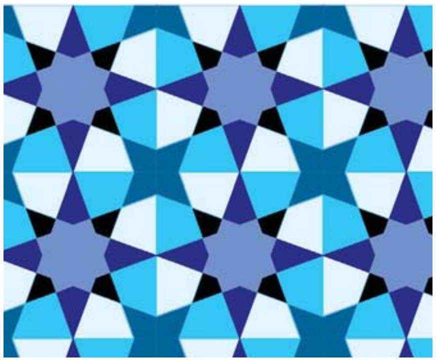
الجديـر بالذكـر أن الزليـج المزخـرف ليـس فسيفسـاء أو سـيراميك كمـا يظـن بعضـهم، بـل قطعـاً جمعت فيما بينها لتولّد أنسـاقًا فنية طبعت الحضـارة الإسـلامية. تبدأ رحلة هذه الأنساق من الصلصـال والمـاء إلى مراحـل أخـرى تبـث فيها الحياة والإبداع خطوة خطوة، بحرفية وثبات، وهي:

- عجن الصلصـال وتقطيعه على شكل مربعات صغيرة، وتركها تجفّ تحت أشعة الشمس.
- استكمال التجفيف عن طريق الفرن.
- صـباغة المربعـات بألـوان مختلفـة، ثـم تقطيعهـا بلطـف يدويًّـا بوسـاطـة مطرقة حديدية خاصة، إلى أشكال هندسية صغيرة.

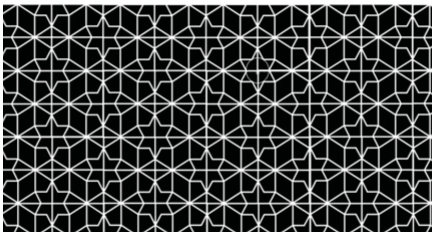
– تركيب الأشكال الهندسية الصغيرة، قطعة قطعة، باعتماد القواعد الهندسية المذكورة أعلاه، وذلك على أرضية منبسطة ومتوازنة، إذ كان الهدف منها تزيين الجدران، أو في أشكال مقعرة حسب الحاجة، كالأعمدة أسطوانية الشكل، ثم يصب عليها الإسمنت والجير لتتماسك.

– بعد أن تجف القطعة الكبيرة، تُلصق على الجدار أو العمود حسب المراد لها، لنحصل على تحفة فنية الواحدة تلو الأخرى.

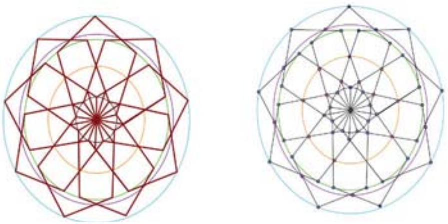
توضح الأشكال من (١٠) إلى (١٦) أمثلة للزخرفة الإسلامية التي هي فعلا هبة النسبة الذهبية.



■ شكل (١٠) أشكال زخرفية توحي بالحركة .



■ شكل (١١) قطع مجمّعة تولد زخرفة الذليج .



■ شكل (١٢) الدوران والتماثل في تركيب الأشكال .

■ شكل (١٣) تماثل أشكال الزخرفة حول محورين .

النسبة الذهبية بين الحقيقة والأسطورة

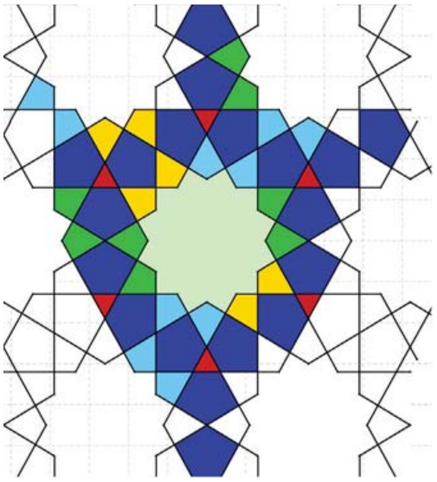
شكلت النسبة الذهبية مجالاً خصباً للدراسات والقضايا الفلسفية والدينية المعتبرة وإسقاطاتها على مناحي حياة الحضارات المتعاقبة.

لعل أشهر من توسع في النسبة الذهبية هو الفيلسوف الألماني **ألدوف زازينغ** (١٨١٠–١٨٧٦)، وربط بينها وبين البعد الهندسي والجمالي، وهو من قدم الجانب الأسطوري والميتافيزيقي للنسبة الذهبية.

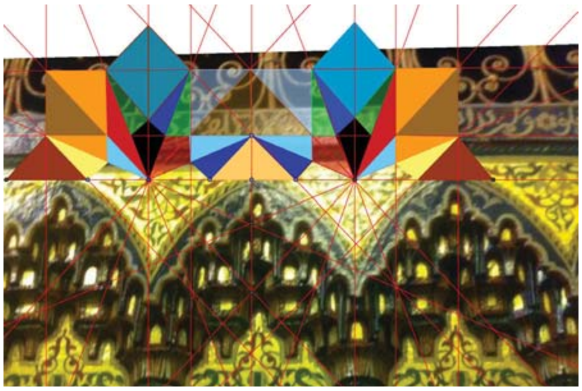
وُصفت النسبة الذهبية في كثير من الأحيان بشكل متطرف بـ (النسبة المقدسة) من أجل جذب الاهتمام على أنها المفتاح للاتصال بالملأ الأعلى لفهم أعمق للجمال والروحانية والتصوُّف في الحياة، والسؤال الذي يفرض نفسه هو كيف لعدد واحد أن يلعب هذا الدور الذي لا يُصدق في التاريخ الإنساني وفي أسس الحياة نفسها؟ وكيف له أن يكون نقطة التقاء العديد من التيارات والعلوم الإنسانية والتطبيقية؟ بالتأكيد ليس من السهل الفصل بين الجوانب الرياضية البحتة للنسبة الذهبية وبين الروحانية.

على مستوى العالم الإسلامي، ومن خلال تصفح عدة مواقع على الإنترنت نجد أن هناك تهافتاً على ربط النسبة الذهبية بالإعجاز العلمي، سواء الرقمي أو غيره، ونخص بالذكر موقع الكعبة المشرفة كونه قريبًا من النسبة الذهبية على خريطة العالم بين المسافة الفاصلة بين القطبين الشمالي والجنوبي للكرة الأرضية، ونحن نعلم أن خطوط الطول والعرض وبما في ذلك الخرائط هي معطيات تخيلية؛ هذا من جهة ومن جهة أخرى فالأرض تقريباً كروية الشكل، ومن ثمَّ يصعب أخذ نقطة معينة كأصل لبداية حساب المسافات، لذا يجب امتلاك الوسائل التقنية العلمية قبل الخوض في أي إعجاز مزعوم أو تأويلات مسبقة.

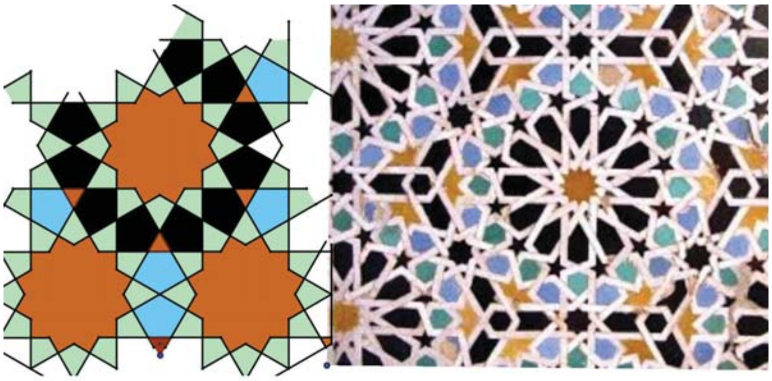
إذا تأملنا في كتابة رمز (φ) نجده عبارة عن دائرة مع خط يتوسّطها وكأن الدائرة ترمز للصفر (رمز العدم)، والخط يرمز للواحد (رمز التوحيد) ومن الجمع بينهما، انبثق الجمال ليحاكي العبارة: «خلَقَ اللهُ الواحدُ عز وجل الكونَ من العدم»!



■ شكل (١٤) تصنيف الألوان بعدًا آخر للزخرفة.



■ شكل (١٥) التماثل حول محور عمودي .



■ شكل (١٦) تناغم الألوان مع الأشكال الهندسية.

الخاتمة

النسبة الذهبية منبع جمال ومصدر إلهام مكّن لها تبوُّء مكانة مهمة في تاريخ الرياضيات، حيث ساهمت في ترسيخ أهمية الرياضيات في المجتمع بكل أبعاده، وهي أحد الأوجه التي جعلت من الرياضيات مهيمنة على باقي العلوم التطبيقية والإنسانية ، لكن لا يمكن اختزال نظام القيم بكل أبعاده المختلفة في منطق بسيط حول النسب، غير أن هذا لا يمنع من البحث العلمي الخالص حول ما يكتنف النسبة الذهبية من أسطورة تراكمت منذ آلاف السنين إلى اليوم.

فالنسبة الذهبية هي حقيقة رياضية ومعروفة منذ القدم، ويمكنها أن تعبّر عن علاقة مستمرة وثابتة من خلال النمو والتوسع اللانهائي في كثير من الأنماط، لكن لا يمكن أن نخضع الكل في معادلة يكون فيها عدد بمنزلة مرجع كوني وبه تخطو الحياة نحو نموها، وبناء عليه تتشكل الكائنات والجماد، لا سيما أن الأمثلة والنماذج المقدمة تعدّ على رؤوس الأصابع مقارنة بما يزخر به هذا الكون الفسيح من أشياء يصعب حتى تخيلها.

من ثَمَّ يمكن القول إنّ النسبة الذهبية ليست مرجعاً كونيًّا ، بل شيئاً مبالغاً فيه، وإنما الإنسان يطمح إلى التناغم والجمال، وكانت النسبة الذهبية إحدى الوسائل التي ساعدته للوصول إلى ذلك، وقد تكون تصوراتنا ومفاهيمنا للجمال والتناغم مجرد تراكمات لما نظّر له **أفلاطون** و**أرسطو** ومن حمل لدينا هذه النسبة الذهبية بحمولتها سواء الرياضية أو الميتافيزيقية والأسطورية! وما يزكي هذا الطرح، أن المجتمعات البدائية التي ظلت بعيدة عن الحضارات المتعاقبة سواء الشرقية أو الغربية، لها مفهوم آخر للجمال والذوق غير الذي تشبعنا به!.

خلاصة القول، إن النسبة الذهبية تستحق الاهتمام لأنها تجمع بين الرياضيات والحساب والجمالية والرمزية، ولها قيمة هندسية في خماسي الأضلاع الذهبي والنجمة الذهبية، والمستطيل الذهبي، واللولب الذهبي، والمثلث الذهبي ، وهي منبع للتناغم والتوافق والجمال ولكن ليست منبع كل ما هو جميل، كما أنها وضعت الإنسان أمام قيم جديدة في محيطه مع ذاته تعطيه الشعور بالجمال والتوازن وكونه مخلوقًا مميزاً، بالإضافة إلى أن الزخرفة الإسلامية وإسقاطاتها على المجالات الأخرى هي هبة النسبة الذهبية بعيداً عن السجالات الأسطورية أو الخرافية.

ملاحظات:

(*) أُنجزت جميع الأشكال الهندسية من قبل الكاتب بواسطة برنامج «جيوجيبرا».

(*) جميع الزخرفات و الرسومات مستلهمة من:
http://www.goossenkarssenberg.nl/geometric-patterns/designs-of-patterns/
http://www.broug.com/
http://www.celtech.ma/zellijbeldi/arabe/index.html

المراجع

Adrian, B., Golden Ratio Predicted: Vision, Cognition and Locomotion as a Single, (2009).
S.L.Basin: The Fibonacci Sequence as it appears in Nature, Fibonacci Quarterly, vol 1 (1963), pages 53 - 57.
Broug, E., Islamic Geometric Patterns. Thomas and Hudson, USA, (2008).
A H Church: On the relation of Phyllotaxis to Mechanical Laws, Williams and Norgat, London 1904.
Clement, F., The Golden Ratio: A Contrary Viewpoint. The College Mathematics Journal, 36(2): 123-134, (2005).
T A Davis: Fibonacci Numbers for Palm Foliar Spirals, Acta Botanica Neelandica, Vol 19, 1970, pages 236-243.
T A Davis: Why Fibonacci Sequence for Palm Leaf Spirals?, Fibonacci Quarterly, Vol 9, 1971, pages 237-244.
Frishman, M. and Hason, U. K., Islam and the Form of the Mosque. The Mosque History, (2002).
Haubourdin, J. Le Mythe du Nombre d'Or – Une Esthétique Mathématique. Biospheric, (2011).
Herz-Fischer, R., A mathematical history of division in extreme and mean ratio. Waterloo, Canada: Wilfrid Laurier University Press, (1987).
Huntley, H. E., The Divine Proportion: A Study in Mathematical Beauty, Courier Dover Publications, (1970).
Lawlor, R., Sacred Geometry, Thomas and Hudson, London, (1992).
Lee, A. J., (1987). Islamic Star Patterns. Muqarnas, 4: 182-197.
Livio, M., The golden ratio: The story of phi, the world's most astonishing number. Broadway Books, (2003).
Md. Akhtaruzzaman and Amir A., Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering, International Journal of Arts 2011; 1(1): 1-22.
Prusinkiewicz , P. and Aristid, L., The Algorithmic Beauty of Plants Springer-Verlag, (1990). (pdf ملف - متوفر مجانا).
Olsen, S., The golden section: Nature's greatest secret. Walker & Company, (2006).
Schneider, M., A beginner's guide to constructing the universe: The mathematical archetypes of nature, art, and science.
New York: Harper Perennial, (1995).
www.geogebratube.org

الهندسة الكسيرية وسحر الطبيعة

د.أحمد محمد رجائي الرفاعي

يعد التفكر فيما خلقه الله وأبدعه في كونه الفسيح من أرقى دواعي الإيمان وزيادته لدى المسلمين، فقد أمرنا الله بالتفكر فيما خلق، ونواميس وكونه، فيهم وسمائه وأرضه وبحاره وأشجاره وأنهاره، فقال سبحانه وتعالى ﴿إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ (١٩٠) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ﴾ (آل عمران ١٩١).

ومن أمثلة التفكر في خلق الله يمكن التطرق إلى الهندسة الكسيرية (Fractal Geometry) التي تساعد – كإحدى الأدوات العلمية – على زيادة الانتباه الواعي بالصور والظواهر التي تتعلق بالتصاميم التي تظهر في الطبيعة، فهي هندسة الطبيعة التي تحوي أدوات يمكن استخدامها في قراءة تصاميم الطبيعة الساحرة للتفكر في مخلوقات الله. فهي بذلك تساعد على تعميق الإيمان وممارسة عبادة التفكر، كما تساعدنا على إنشاء تصاميم مبتكرة يمكن استخدامها في الرسوم الهندسية والإنشاءات الهندسية المبتكرة ودراسة ظواهر لا يمكن دراستها إلا عن طريق معرفة الهندسة الكسيرية.

لمحة سريعة حول الهندسة الكسيرية

تتكون الهندسة الكسيرية من أبنية هندسية مؤلفة من كسيريات (Fractals) عبارة عن أجزاء هندسية مفتتة صغيرة جداً غير منتظمة ذات أبعاد متناهية الصغر، وتتكرر هذه الأجزاء بعمليات تكاثرية لتكوِّن الشكل الأم.

يعدُّ تاريخ الهندسة الكسيرية جزءًا لا يتجزأ من تاريخ علم الرياضيات، فهي من المجالات الجديدة المتفرعة من علم الرياضيات، التي تسمح باستخدام الصيغ الرياضية لوصف الأشكال وأجزائها.

ظهرت الهندسة الكسيرية للوجود نتيجة لعدم قدرة الهندسات التقليدية مثل هندسة **إقليدس** على دراسة التراكيب المتنوعة وخاصة الموجودة في الطبيعة.

بدأت الهندسة الكسيرية في القرن السابع عشر على يد الفيلسوف **لايبنتز (Leibniz)** الذي اهتم بدراسة أنماط التشابه الذاتي (Self-Similar Forms)، وبعد حوالي قرن من الزمان – القرن الثامن عشر– طوّر **كارل ويريسترس** (Karl Weierstrass) بعض الأشكال الدالة ذات الخواص غير البديهيّة المستمرة التي لا يمكن تفاضلها.

قدّم عالم الرياضيات الألماني **جورج كانتور (George Cantor)** عام ١٨٨٣م مجموعة كانتور التي عرفت كأسهل طرق للحصول على انقسامات متتالية متماثلة.

كذلك واصل العالم المشهور جدّاً في مجال الهندسة الكسيرية **هيلج فان كوش (Helge Van Koch)** عام ١٩٠٤م نمو تلك الهندسة ليقدّم منحنى كوش ذا الشهرة الواسعة

في مجال هندسة الكسيريات، وأخيرًا قدّم **واكلاو سيربنسكي** (Waclaw Sierpiniski) عام ١٩١٥م ما يعرف بمثلث **سيربنسكي**.

من جانب آخر ساهم العالم الفرنسي **بنوا ماندلبرت** (Benoit Mandelbrot) عام ١٩٦٠م في تطوّر الهندسة الكسيرية من خلال دراسة بعض الأشكال المتحقق فيها التشابه الذاتي، وبحلول عام ١٩٨٠م اهتم بالرسوم البيانية للأعداد المركبة ودراسة خواص التشابه والتماثل فيها.

تدرس الهندسة الكسيرية البناءات المؤلفة من كسيريات، وتصف العديد من الأوضاع والبُنى التي لا يمكن تفسيرها أو دراستها بهندسة **إقليدس** المعروفة، ما يجعل من تلك الهندسة أهمية كبرى وتطبيقات كثيرة في عدد من العلوم الطبيعية والحاسوبية، حيث يمكن تحليل كثير من الظواهر الطبيعية أو إنشاء تصاميم رائعة أو تحليل أشكال كثيرة وفحصها باستخدام تلك الهندسة.

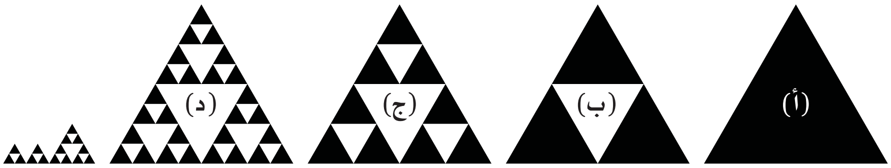
أشهر الكسيريات

من أهم الكسيريات المشهورة مايلي:

- **مثلث سيربنسكي**

قدّم الرياضي البولندي **سيربنسكي** (Sierpinski) في عام ١٩١٥م ما يعرف بمثلث **سيربنسكي** (Triangle Sierpinski) وهو من أشهر الأشكال التي تساعد على استيعاب أساس الهندسة الكسرية. يتم إنشاء ذلك المثلث، شكل (١)، بالشكل الآتي:

- رسم مثلث متساوي الأضلاع قاعدته متوازية مع الخط الأفقي (أ).
- تحديد نقاط في منتصفات أضلاعه الثلاثة، وتوصيلها مع بعضها بعضاً، ثم تظليل المثلث الناتج بلون مختلف، وليكن الأبيض (ب).
- تكرار ما سبق على المثلثات الثلاثة غير المظللة وفي كل مرة يُظلل المثلث الناتج من وصل نقاط منتصفات الأضلاع باللون الأبيض (ج).
- بعد التكرار الثاني، يصبح لدينا تسعة مثلثات غير مظللة (سوداء).
- نحدّد ونوصل منتصفات أضلاع المثلثات التسعة السوداء (د).



■ شكل (١) إنشاء مثلث سيربنسكي.

ثم نكرر عملية تظليل المثلث الأوسط دومًا وهكذا... حتى نحصل على مثلثات غير منتهية جميعها متساوية الأضلاع، حيث تشكل المثلثات الصغيرة كسيريات عبارة عن مثلثات متساوية الأضلاع تعمل معًا على تكوين المثلث الأم المتساوي الأضلاع أيضا، وتكرار تلك العمليات سيتم عدداً من المرات إلى أن تكون المثلثات صغيرة جدا بدرجة يصعب معها عمليا تكرار تلك العملية بحيث نجد من الصعوبة توصيل منتصفات أضلاع المثلثات.

الملاحظ أننا إذا عكسنا النشاط السابق لإنشاء مثلث **سيربنسكي**؛ بمعنى تفتيت أي شكل كبير إلى كسيريات صغيرة ودراسة خصائصها عن طريق أساسيات الهندسة الإقليدية كالتشابه والانتقال والأشكال الهندسية والانعكاس وبعض الخصائص والمفاهيم الهندسية فإننا ندرك مباشرة أن الشكل المعطى (الشكل الأم) عبارة عن تكرارات متشابهة (تكبيرًا وتصغيرًا) للكسيريات التي وضعناها معًا طبقًا لتسلسل محدّد كوحدات لبناء الشكل الأم، مثل قطع البازل المتشابهة واللازمة لبناء مجسم محدد.

- **منحنى كوش**

قدّم الرياضي السويدي **فون كوش** (Von Koch) عام ١٩٠٤م ما يعرف بمنحنى **كوش** (Von Koch curve) كنموذج يمكن استخدامه في وصف عدد من أشكال الطبيعة، وبالرغم من أن منحنى **كوش** يتكون من كسيريات عبارة عن قطع مستقيمة إلا أنها تمثل في نهاية تجمعها شكل المنحنى، ويشمل المنحنى تراكيب معقدة يمكن ملاحظتها في كثير من أشكال الطبيعة مثل: السحاب، سواحل البحار والمحيطات، أشكال الجبال، وتضاريس بعض المناطق على سطح الكرة الأرضية.

■ شكل (٢) إنشاء منحنى كوش. (المصدر: http://www.makigami.info/cms/kochs-curve-process-design-90)

■ منحنى كوش في الطبيعة.

ولإنشاء منحنى **كوش** هندسياً، شكل (٢)، نرسم قطعة مستقيمة تسمّى المولد (generator) ثم نحدّد عليها ثلاثة نقاط نقسّمها إلى أربع قطع مستقيمة متساوية الطول، ثم ننزع القطعة المستقيمة الوسطى من منتصف القطعة الأساسية ونرسم عليها مثلّثًا متساوي الأضلاع ننزع قاعدته، ثم نستخدم الشكل الذي حصلنا عليه كأساس للمراحل التالية في إنشاء منحنى **كوش**، ثم نكرر ما سبق بأي عدد من التكرارات الممكنة لنحصل في نهاية الأمر على المنحنى المطلوب.

جدير بالملاحظة أننا إذا قسمنا القطعة المستقيمة إلى خمس قطع متساوية الطول بوساطة أربع نقاط وأقمنا عبر تلك النقط مربعًا وكررنا العمل مع القطع المستقيمة الناتجة نحصل على أشكال متعددة لمنحنى **كوش** سواءً أكان المربع أعلى القطعة المستقيمة أم أسفلها.

المصدر: http://cdn.preterhuman.net/texts/other/crystalinks/fractal.html

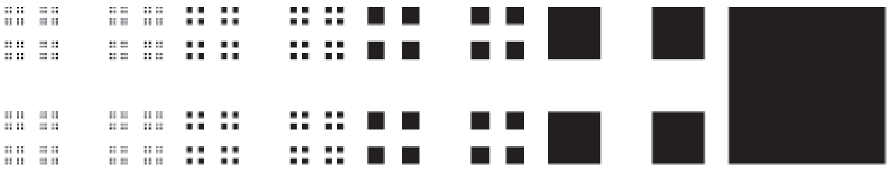
■ شكل (٣) إنشاء مجموعة كانتور.

● مجموعة كانتور

قدم تلك المجموعة الرياضي الألماني **كانتور (Cantor)** عن طريق ما يسمى بنظرية الفئات التي نشرها عام ١٨٨٣م التي تعد النموذج السحري للعديد من الكسيريات مثل مجموعة **جوليا (Julia)**.

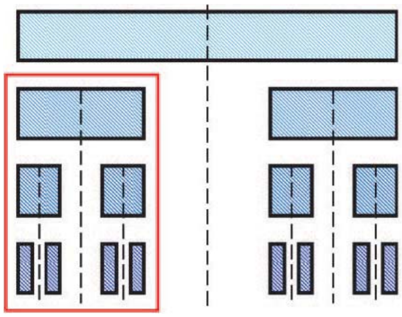
ولتكوين مجموعة **كانتور**، شكل (٣)، نستخدم عملية التكرارات لتكوينها، حيث نرسم قطعة مستقيمة ذات طول محدد نقسمها إلى ثلاثة قطع متساوية الطول عن طريق وضع نقطتين على مسافات متساوية عليها، ثم نحذف القطعة الوسطى (بين نقطتي تقسيم القطعة) فنحصل على قطعتين مستقيمتين (القطعتين الطرفيتين)، ثم نقوم بالعمل نفسه كما سبق بتقسيم كل من القطعتين إلى ثلاثة أجزاء متساوية ونزع القطعة المستقيمة الوسطى وهكذا.

ويمكن الحصول على مجموعة كانتور كذلك بالبدء بشكل المربع في شكل (٤)، حيث تُقسّم القطعتان المستقيمتان المثلثان لضلعين متجاورين في المربع إلى ثلاثة قطع متساوية الطول لكل منهما، ثم نقيم عمودين من النقطتين السابق تحديدهما على ضلعي المربع المتجاورين لنجد أن المربع تم تقسيمه إلى تسعة مربعات متطابقة، ثم نحذف المربعات الوسطى الخارجية ونحذف المربع الصغير الذي يتوسط المربع، وهكذا نكرر العملية إلى أقصى قدر ممكن للحصول على كسيريات صغيرة تتجمع في النهاية لتكون مجموعة **كانتور**.



المصدر: http://mathworld.wolfram.com/CantorDust.html

■ شكل (٤) طريقة أخرى لإنشاء مجموعة كانتور.



المصدر: Macia

■ شكل (٥) نموذج آخر لمجموعة كانتور.

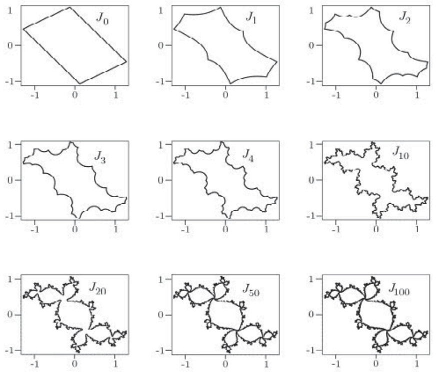
ويمكن الحصول على مجموعة **كانتور** كذلك بالبدأ بشكل المستطيل شكل (٥)، حيث يقسّم المستطيل إلى ثلاثة مستطيلات عن طريق خطين عموديين واصلين بين ضلعي المستطيل المتقابلين والمتوازيين الأفقيين، ثم يحذف المستطيل الأوسط، ثم نقوم بتكرارا نفس العملية مع المستطيلين الناتجيين وهكذا نكرر العملية إلى أقصى حد ممكن، فنحصل على كسيريات تشكل منحنى **كانتور**.

● مجموعة جوليا

قدم **غاستون جوليا** عالم الرياضيات الفرنسية مجموعة **جوليا** (Julia set) عام ١٩١٨م، حيث كان مهتما بدراسة الخصائص المتكررة لتعبيرات كثيرة الحدود الأكثر عمومية على شكل رياضي محدد، لذا فإن أفضل طريقة دقيقة وصحيحة للوصول لكسيريات **جوليا** هي استخدام برامج رسومية على الحاسب الآلي للتوصل إلى مجموعة **جوليا**.

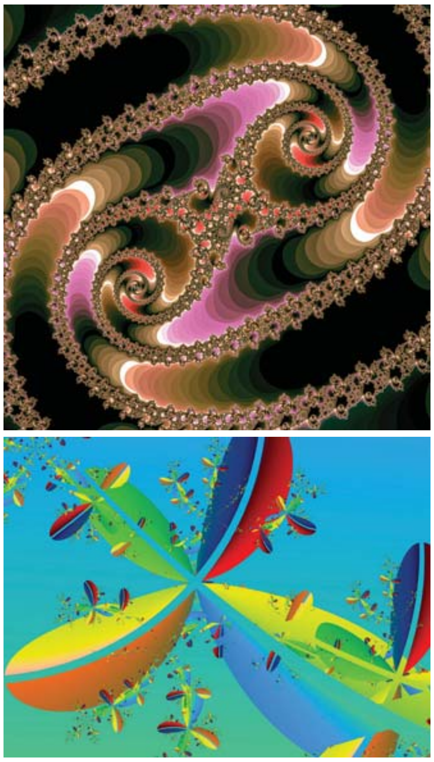
تعد مجموعة جوليا عبارة عن كسيريات من الدوال النسبية بدرجاتها المختلفة في صور محددة، شكل (٦)، ولرسمها نفترض أن لدينا: (س٢+ج)، فالتكرار يعني أن نثبت (ج)، ونختار قيماً لـ (س).

- في كل مرة نعوض بقيم (س)، ونوجد قيمة: س٢+ج .



المصدر: Edgar, 2008:43

■ شكل (٦) خطوات إنشاء مجموعة جوليا.



■ شكل (٧) أشكال تمثل مجموعة جوليا .

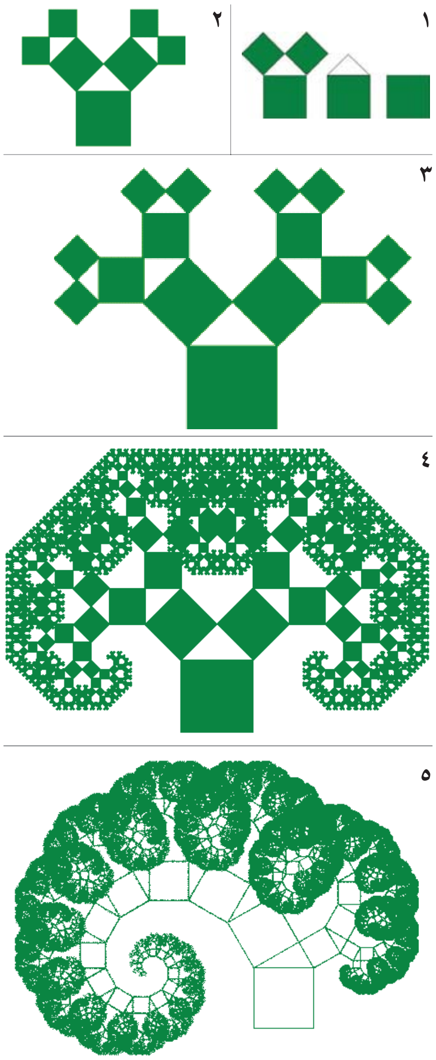
- سوف نحصل على مجموعة متتابعة من الأعداد المركبة على النحو التالي:

س ← س٢ + ج ← (س٢+ج)٢ + ج ← ....

ويمكننا استخدام برامج محوسبة عديدة لإنشاء مجموعة **جوليا** بصورة جميلة كما في شكل (٧).

● شجرة فيثاغورس

سميت شجرة **فيثاغورس (Pythagoras Tree)** باسمه لأن كل ثلاثة مربعات متماسكة تشكّل مثلثاً قائم الزاوية، والذي عادة ما يستخدم في إثبات نظرية فيثاغورس.



المصدر: http://ecademy.agnesscott.edu/~lriddle/ifs/pythagorean/pythTree.htm

■ شكل (٨) خطوات إنشاء شجرة فيثاغورس.

لإنشاء شجـرة **فيثاغورس** نرسم مربعاً، ثـم نرسـم علـى الضلع الأعلـى للمربـع مثلثاً متساوي الساقين مرسومًا على ساقيه مربعان، ونلاحـظ أن كلًّا من المربعـين المرسومين على ضلعي المثلث يتناقص طول أضلاعهما مقارنة بطـول ضلـع المربـع الأول ، ثـم تكـرر العملية مـرارا وتكرارًا حتي الوصـول إلى أصغر مربع ممكـن (مـا لا نهاية)، شـكل (٨)، الحصول على شجـرة فيثاغـورث بتكرار عمليـة إنشاء الكسيريات لأصغر قدر ممكن تستطيع أن تراه العين البشرية.

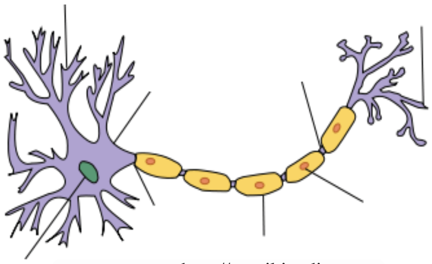
الهندسة الكسيرية في الطبيعة

يمكن تقديم نبذة مختصرة حول استخدام الهندسـة الكسريـة لوصـف ودراسـة بعض الموضوعـات مـن العـالم الحقيقي عـن طريق تحليل الصـور أو الظواهـر أو التصميمـات المتنوعـة وقراءتهـا باستخـدام لغـة الهندسة الكسيرية.

إن اللسـان يكاد يعجز وتشخـص الأبصار عنـد رؤيـة مخلوقـات الله وكونـه ، فالخليـة العصبية للإنسـان أو ما يسمي بـ (العصبون)، شـكل(٩)، عنـد رؤية تصاميمهـا المبدعة من الخالـق نجد أنـه يمكـن تقسيمهـا لكسيريات عبـارة عن مستطيل ودائـرة وسيقان وتفرعات متشابهة ومتكررة.

● **أسماك البلطي**

عنـد تفحص أسماك البلطـي، شكل (١٠)، نجـد أنهـا مكونـة مـن كسيريـات متكـررة ومتشابهـة عبارة عن شـكل معيّن ودائرة ومثلث وخطوط دائرية.



المصدر: http://ar.wikipedia.org

■ شكل (٩) الخلية العصبية (العصبون).

■ شكل (١٠) سمك البلطي.

■ شكـل (١١) سلحفاة النجمة الهندية.

● **سلحفاة النجمة الهندية**

لصَدَفَـة وجلـد سلحفـاة النجمـة الهنديـة تصاميم بديعة، شكل (١١) عبارة عن كسيريات متكـررة مـن أشـكالاً هندسيـة مختلفـة تغطـي جسمهـا من الخارج لتعطي أشـكالاً رائعة بألوان ومقاييـس متناسبـة ومتشابهـة (سبحـان الله العظيم).

● **أصداف الأمونيتات**

تتشابـه كسيرياتهـا مع شجـرة فيثاغورث، وتتداخـل كسيريـات الأصـداف بطريقـة كثيفة ومتكـررة ومتشابهـة وبدرجـات لونيـة متدرجة، شكل (١٢).

■ شكل (١٢): مجموعة متنوعة من أصداف الأمونيتات.

- **أوراق وثمار النبات**

تـتـراءى أوراق بعـض النبـاتـات وثمارهـا للناظرين لوحـةً بديعة، تتكـوّن من كسيريات عبـارة عـن خطوط شبـه منتظمـة ومتشابهة ومتكررة حول محـور تماثل واحد تتفرع بكثرة لترسم بخطوط متفردة ابداع ليس كمثله شئ، شكل (١٣).

- **الجبال الكثبان الرملية**

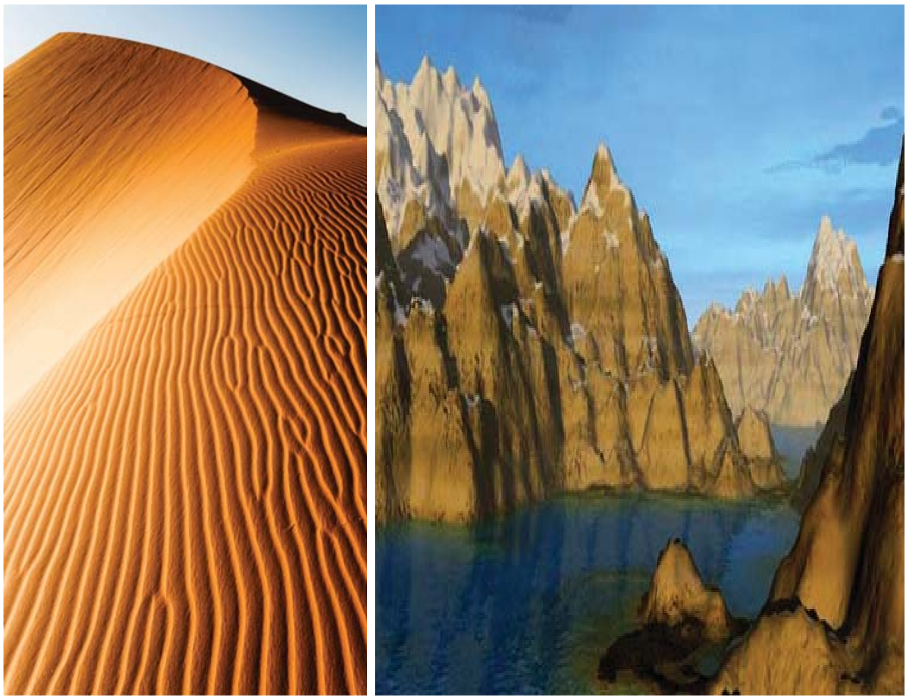
الجبـال المطلـة علـى البحـار والمحيطـات وكذلـك الكثبان الرملية، شـكل (١٤) عبارة عن كسيريـات مخروطية الشـكل، متشابهة ومتكررة بألوانها وظلالها المختلفة.

■ شكل (١٣) لوحة بديعة لأوراق وثمار بعض النباتات .

خـاتـمـة

في سياق عرض الهندسـة الكسيرية الشيقة التي تقـترب كثيراً من طبيعـة العالم الخلابـة حاولنا فكّ بعـض من أسراره ولوحاتـه الفنية المبدعة، فيمكن أن تتوحَّـد الرياضيات مع الطبيعة مـن حولنا عن طريق دراسة بعض فروعها والاهتمـام بها لتظهر بعضًا من تطبيقاتهـا في المجتمـع ولتدلّ على أهميـة معرفة قدر من ذلك العلم وفروعه وتطبيقاته في العالم من حولنا.

تحـاول الهندسـة الكسيرية دومًـا فكّ رموز سحر تصاميم الطبيعـة التي خلقها الله كوسيلة للتفكـر في مخلوقـات الله السابحـة في ملكوتـه مـن سماء وأرض وفضـاء وكائنات وظواهر نعلم بعضهـا ويخفـي علينـا منهـا أكثر ممـا نعلمه، وبالطبـع كأي علـم آخـر فأحيانًـا يعجـز علـم الهندسة الكسيريّة عن قراءة بعض التصميمات في ملكـوت الله لنشعر بالنقص والعجز أمام علم الله الكامـل مصداقًـا لقوله تعـالى ﴿وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُـلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا﴾ (الإسراء – ٨٥)



■ شكل (١٤) لوحة بديعة للجبال والكثبان الرملية .

المراجع

- إبراهيـم، رضـا أبـو علـوان (٢٠٠١م)، فعالية وحدة مقترحة في هندسـة الفراكتال Fractal Geometry لطـلاب الرياضيات بكلية التربية. دراسات في المناهج وطرق التدريس، ١١٠:٧٢–١٤٥.

- الزبيـدي، لهيـب محمـد والسيف، خليـل إبراهيـم والنعمة، حسـن ماهـر (٢٠١٠م)، منظومـة شبكة حاسوبيـة لكشف لهب النـار من الفيديو الرقمي باستخـدام الالهندسة الكسيرية. مجلـة الرافدين لعلـوم الحاسبات والرياضيـات، ٧(١):٩٥–١١٤.

- **Edgar, G. (2008).** Measure, Topology, and Fractal Geometry. 2nd edition, department of Mathematics, the Ohio University, Columbus, Springer, E-ISBN: 978-0387-74749-1.

- **Maciá, E.** (2012).Exploiting a periodic designs in nanophotonic devices. Reports on Progress in Physics, doi:10.1088/0034-4885/75/3/036502, 75(3):1-42 http://iopscience.iop.org/0034-4885/75/3/036502/pdf/0034-4885_75_3_036502.pdf

- **Mandelbrot, B.B. and Blumen, A. (1989).** Fractal geometry: what is it, and what does it do? Proceeding of the Royal Society, London, doi:10.1098/rspa.1989.0038, 423: 3-16.

- **Olsen, E.R., Ramsey, R.D., and Winn, D.S. (1993).** A modified fractal dimension as measure of landscape diversity. Photogrammetric Engineering of Remote Sensing, 59(10):1517-1520.

ar.wikipedia.org/
http://www.makigami.info/cms/kochs-curve-process-design-90
http://cdn.preterhuman.net/texts/other/crystalinks/fractal.html
http://mathworld.wolfram.com/CantorDust.html/
http://ecademy.agnesscott.edu/~lriddle/ifs/pythagorean/pythTree.htm
http://www.saudiwildlife.c9om/site/home/animal/419
http://www.2020site.org/trees/hornbeam.html
http://www.miqel.com/fractals_math_patterns/visual-math-natural-fractals.html
http://paulbourke.net/fractals/juliaset/
http://people.cst.cmich.edu/piate1kl/mth_553_f07/fractals.pdf

شاهدوا مقاطع علمية متنوعة على قناة المدينة في اليوتيوب

www.youtube.com/kacstchannel

الإحصاء وثورة التقدم

علم الإحصاء هو أحد فروع الرياضيات المهمة الذي له تطبيقات واسعة ومتعددة في حياتنا، يهتم الإحصاء بإيجاد استنتاجات من مجموعة بيانات متوافرة، ليقدم لنا حلولاً لمشكلات عدة مثل عدم تجانس هذه البيانات المتحصّل عليها أو ندرتها أو يقوم باستشراف المستقبل في حدود الإمكانات والبيانات الموجودة، ما يجعله ذا أهمية تطبيقية واسعة في شتى مجالات العلوم، كما يلعب دوراً كبيراً في السياسة وعالم المال والأعمال.

نبيل رجب اللحام

أصبح التقدم العلمي في حياتنا اليوم واقعاً أقرب إلى الحلم، فلم يعد مجرّد التنبؤ بما سيحدث في المستقبل من تطور، ودخول تقنيات جديدة شيئاً من حب الفضول أو التسلية، بل أصبحت حاجة ملحّة تستوجب منّا ابتكار الوسائل والطرق كافة التي تساعد على التطور وتمكّن من مجاراة العصر والوصول إلى القمة.

كثيراً ما نستخدم الإحصاء في حياتنا دون أن نشعر، فالأب يجلب احتياجات عائلته وفقًا لعدد أفرادها، كذلك صاحب الدعوة يحرص على معرفة المدعوين الذين سيحضرون له، ليأخذ ذلك في الاعتبار عند توفيره احتياجاتهم من خدمة وطعام... إلخ.

ورد ذكر الإحصاء في القرآن الكريم إحدى عشرة مرّة ونذكر منها، قوله تعالى في سورة مريم ﴿لَقَدْ أَحْصَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدًّا﴾ (مريم:٩٤)، وأيضا في سورة الجن ﴿... وَأَحَاطَ بِمَا لَدَيْهِمْ وَأَحْصَى كُلَّ شَيْءٍ عَدَدًا﴾ (الجن ٢٨) وكذلك ﴿وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ اللَّهَ لَغَفُورٌ رَحِيمٌ﴾ (النحل ١٨).

تعريف علم الإحصاء

يسمّى مصطلح الاحصاء في اللغة الإنجليزية (Statistics)، وهو مشتق من كلمة (State) ومعناها الدولة، التي عرفت أيضًا بأنها مجرد نشر بيانات ورسومات متعلقة بالاقتصاد والديموغرافية والأوضاع السياسية، وإدارة الدولة، كما أنها تشير إلى المعلومات المتصلة بنظام الدولة ومؤسساتها وأجهزتها.

وهناك عدة تعريفات للإحصاء، منها:-

١- علم العدّ أو علم التقدير (تعريف قديم)، حيث استخدم الرسول صلى الله عليه وسلم طريقة الإحصاء في التخطيط للمعارك والحروب في مواجهة أعدائه، وفي إحدى المعارك قال لحذيفة «أحصوا لي كم يلفظ الإسلام»، وكذلك استخدمه في تقدير جيش المشركين في موقعة بدر –مثلاً-، فعندما سأل أحد المارة عن عدد الجمال التي يذبحها جيشهم يومياً، قال في اليوم الأول تسعة جمال وفي اليوم الثاني عشرة، فقدّر الرسول صلى الله عليه و سلم عددهم ما بين تسعمائة و ألف مقاتل، واعتمد في تقديره على المتوسط ، لأن الجمل عند العرب يكفي لمائة شخص، و كان عددهم الحقيقي ٩٥٠ مقاتلاً.

٢- عدة حقائق تكون مصنفة، وتمثل معلومات عن الفرد في الدول، خصوصاً تلك الحقائق التي يمكن وصفها بأعداد أو أية وسيلة أخرى، لتبويب أو تصنيف البيانات.

٣- علم التقديرات والاحتمالات.

٤- طريقة علمية تختص بجمع البيانات والحقائق عن ظاهرة معيّنة، ثم تنظيم هذه البيانات والحقائق وتبويبها بالشكل الذي يسهل عملية تحليلها وتفسيرها، ومن ثم استخلاص النتائج واتخاذ القرار على ضوء ذلك.

٥- كان العالم الألماني **أنشينو الجوتفريد** أول من استخدم كلمة الإحصاء في كتاباته سنة ١٧٤٩م، وأعطى تعريفاً لكلمة الإحصاء بأنها العلم السياسي للشعوب.

٦- انتشر علم الإحصاء في أواخر القرن التاسع عشر، وبدأ يتصل بالعلوم الأخرى ويتداخل معها، وإن كانت جذوره موجودة منذ القرنين السابع عشر والثامن عشر وكان يسمّى (مجموعة الحقائق الخاصة بشؤون الدولة).

الجدير بالذكر أن مجال الإحصاء قبل القرن العشرين كان مرتبطاً في الغالب بالمجالات الاقتصادية والاجتماعية المتمثلة بتعداد السكان ومعرفة خصائصهم ونشاطاتهم، وكانت الأساليب الإحصائية المستخدمة بدائية تمتاز بالبساطة، بحيث لم توفر للإحصاء الأسس

والمقومات الكافية لأن يصبح علماً مستقلاً، لكن مع تطور علم الرياضيات، وظهور بعض النظريات العلمية الهامة مثل نظرية الاحتمالات، أكتسب الإحصاء تطوّراً كبيراً وصار علمًا مستقلًّا عن الرياضيات، ومن ثم بدأ الاهتمام من قبل العلماء في تطبيق النظريات والطرق والأساليب الإحصائية في فروع العلم الحديث كالطب والهندسة والصيدلة والصناعة والزراعة والجغرافيا والفلك وعلم النفس والعلوم السياسية، بعدّه الطريقة المثلى والأسلوب الصحيح الواجب اتباعه في البحث العلمي.

أقسام علم الإحصاء

يمكن تقسيم علم الإحصاء إلى ما يلي:-

● **الإحصاء النظري**

يقسم الإحصاء النظري وفق نظريتين هما:-

■ **نظرية الاحتمالات (Probabilities Theory):**

وهي النظرية التي تدرس احتمال الحوادث العشوائية، وفق احتمال حصول حدث معيّن عشوائي، أو عدم حصوله، وتكون الاحتمالات محصورة بين (٠) و(١).

مثال: عند إلقاء قطعة نقود فقد يظهر لنا إما صورة أو كتابة، ويكون احتمال ظهور الصورة هنا تساوي $\frac{١}{٢}$ وكذلك احتمال ظهور الكتابة هو $\frac{١}{٢}$ وفي حال رمي قطعة النرد، فإن احتمال ظهور الرقم ٦ هو $\frac{١}{٦}$.

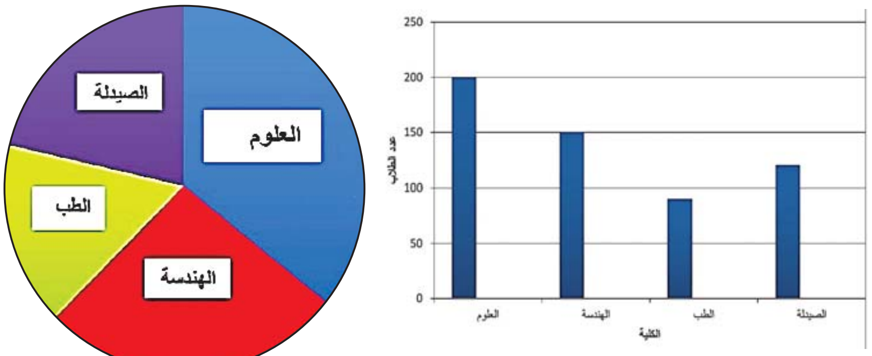
■ **نظرية الإحصاء (Statistic Theory):** وهي النظرية التي توفر أساسات ثابتة لمجموعة من التقنيات سواء في تصميم معيّن، أو عند تحليل الدراسة، التي تستخدم في الإحصاء التطبيقي، وتوفر مقارنات بين عدة طرق إحصائية مختلفة لاختيار الطريقة المثلى من بينها.

● **الإحصاء التطبيقي**

ينقسم الإحصاء التطبيقي إلى:-

■ **الإحصاء الوصفي (Descriptive Statistics):**

ويمثل الطرق الرقمية أو الحسابية لجمع المعلومات والبيانات لتلخيصها أو اختصارها



■ شكل (١) صور لعرض البيانات بطريقة الأعمدة وطريقة الدائرة.

وعرضها في الصور المناسبة (رسومات - جداول - مؤشرات) وذلك من العيّنة محلّ الاختبار أو المجتمع.

ومن أمثلة الطرق المستخدمة في عرض البيانات بالصور، يوضح الشكل (١) - بطريقة الأعمدة أو الدائرة- عدد الطلاب المقبولين في كليات جامعة ما في إحدى السنوات.

■ **الإحصاء الاستدلالي (Inferential Statistics):**

ويُعنى بتحليل البيانات المتوافرة عن العينة كأساس لتحليل ووصف بيانات المجتمع من خلال أساليب (التقدير - التنبؤ - اختبارات الفروضيات).

وظائف علم الإحصاء

يمكن للإحصاء أن يؤدي وظائف متعددة، منها:-

● **وصف البيانات**

تعدُّ طريقة جمع البيانات وتبويبها وتلخيصها من أهم وظائف علم الإحصاء، إذ لا يمكن الاستفادة من البيانات في شكلها الخام، إلا إذا تم جمعها وعرضها في شكل جدولي، أو بياني، وحساب بعض المؤشرات الإحصائية البسيطة كالمتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، التي تدلنا على طبيعة هذه البيانات وتلخصّها.

● **الاستدلال الإحصائي**

يهتم بدراسة معلومات المجتمع من خلال العينة، ويتخذ من تحليل البيانات المتوافرة في العينة – موضوع الدراسة- أساساً في تحليل بيانات المجتمع، لذا يكون أساس التحليل في الإحصاء الاستدلالي قائماً على تقدير معالم ومؤشرات المجتمع من خلال معالم ومؤشرات العينة، ثم اختبار الفرضيّات واتخاذ القرارات والتنبؤ والاستقراء والاستدلال.

● **التنبؤ**

يقصد به استخدام المشاهدات الماضية للاستدلال بها لما سيحدث للظاهرة محل الدراسة، في فترة زمنية مقبلة، قد تطول أو تقصر.

فإذا فرضنا أن لدينا علاقة خطية بين متغيّر (س) ومتغيّر آخر (ص)، ولتكن (ص) هي المبيعات من سلعة معيّنة -مثلاً- و(س) الزمن بالسنوات، ولنفرض أننا نريد التنبؤ بمبيعات هذه السلعة في فترة زمنية مقبلة، فالتنبؤ هنا يقوم على استخدام العلاقة بين المتغيرين للاستدلال على قيمة المتغير (ص)؛ أي كمية المبيعات في الفترة الزمنية المقبلة استناداً إلى استمرار العلاقة في المستقبل على ما كانت عليه.

وللتوضيح أكثر نفرض أن مصنعاً لصناعة الأقمشة يريد توقع أرباحه في المستقبل، فهنا يمثل المتغير (ص) القماش، بينما يمثل المتغير (س) الزمن بالسنوات، فنلجأ إلى إيجاد علاقة (معادلة رياضية) للمتغيرين، و من خلاها نتوقّع أرباحه في أيّ سنة من خلال التعويض الرياضي بالأرقام في المعادلة، ويتم إيجاد هذه المعادلة بإحدى طرق التنبؤ الإحصائية.

طرق التنبؤ الإحصائية

تنقسم طرق التنبؤ الإحصائية إلى قسمين:-

● الطرق الوصفية

من أشهر طرق التنبؤ الوصفية (Qualitative Methods) الآتي:

■ **طريقة دلفي (Delphi Method):** وفيها يجيب مجموعة من الخبراء عن مجموعة من الأسئلة على ورقة بشكل فردي، من دون أسماء، ثم يعيدون توزيعها بالإجابات التي فيها، ومن ثم يعيدون الإجابة، وهكذا، إلى أن يحصل التقارب في الإجابات. ويشيع استخدام هذه الطريقة في أمريكا واليابان، وقد كانت تستخدم في الحروب لتوقع تأثير التقنيات العسكريّة المستخدمة من قِبل العدو.

■ **رأي الخبراء (Expert Judgment):** وتتمثل في إجراء حوار بين عدد من الخبراء والمفكرين، بغرض تبادل الأفكار (عصف ذهني) في الموضوعات الاقتصادية الهامة للمجتمع بالدرجة الأولى، وتقديم حلول لجميع المشكلات القائمة. وقد تؤدي هذه الطريقة إلى صياغة تصوّر محدّد بشأن المستقبل، فمثلاً يمكن أن يؤدّي انهيار سعر سلعة ما في الدولة إلى اجتماع الخبراء والمعنيين لتبادل الآراء والأفكار في التدابير المستخدمة لتجاوز ذلك.

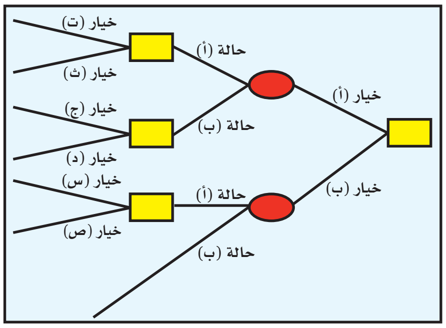
■ **تنبؤ العباقرة (Genius Forecasting):** وفيها يتم استخدام الحدس ونفاذ البصيرة لذوي الشأن والخبرة في التوقع لبعض الأنشطة الاجتماعية أو الاقتصادية أو السياسية. فمثلاً يتم التنبؤ باتجاهات السوق ومعدلات التضخم من خلال استطلاع عينة من المعنيين بذلك باستخدام استبيان مخصّص، يوزّع عليهم، ويجمعه فريق عمل.

■ **طريقة السيناريو (Scenario Method):** وفيها يتم وصف أو سرد لمجموعة من الأحداث المحتمل وقوعها في المستقبل، ووصف للقوى المؤدية لوقوعها، ويعد هذا الوصف بناء على ترتيب منطقي لتسلسل الأحداث. وعادة تحمل مثل هذه الطريقة اتجاهين: أولهما متشائم والآخر متفائل، لتوصيل رسالة معيّنة إلى متخذي القرارات، ومن ذلك مثلاً وصف المستقبل المجهول كتطور التقنية والتحول في حياة السكان تبعاَ لهذا التطور.

■ **طريقة شجرة القرارات (Decision Trees):** وهي طريقة بيانية تستخدم كثيرًا لدراسة القرارات في حالة عدم التأكد من الحدث، في ظل وجود احتمالات، وتتفرع الشجرة إلى أفرع، إمّا بناءً على اختيار نختاره، أو بناءً على أحداث مستقبلية لا ندري أيها يقع، فهناك نقاط للقرار تتفرع منها القرارات المختلفة ويرمز لها بالمربع، وهناك نقاط للأحوال تتفرع منها الأحوال المستقبلية المختلفة ويرمز لها بالدائرة. يوضح الشكل (٢) أنّ هناك خيارين (أ) و(ب) وهناك احتمالين هما (أ) و(ب)، وهناك خيارات متعدّدة قد نلجأ إليها هي (ت)، (ث)، (ج)، (د)، (س)، (ص). ويمكن مثلاً استخدام هذه الطريقة لمعرفة الربح أو الخسارة المتوقعة من بناء مصنع معيّن عن طريق عدة خيارات من القرارات.

● الطرق الكميّة

تعدّ طريقة توفيق المنحنى (Curve Fitting Method) من أهم أشكال

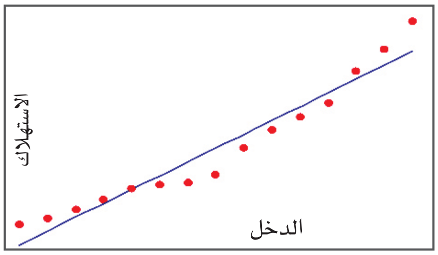


■ شكل (٢) مخطط بياني لطريقة شجرة القرارات.

الطرق الكميّة، و فيها يتم عمل توليف رياضي عبر معادلات لعدد من النقاط يُنشأ من خلالها منحنى يمرّ بالبيانات المحدّدة، وتكون أفضل معادلة هي تلك التي تمر بالنقاط بالضبط أو بشكل تقريبي تمرّ بأغلب النقاط، وتنقسم إلى عدة أقسام وهي:

■ **الانحدار الخطي (Linear Regression):** ويستخدم لقياس علاقة بين متغيّرين على هيئة دالة، يسمّى أحد المتغيرات «متغير تابع» والآخر «متغير مستقل» وتكون العلاقة على هيئة خط مستقيم وفقاً للمعادلة: $y_t = a + b^t$

حيث (y) يتغير على مدى الزمن (t) بمقدار ثابت هو (a) ويزداد أو يقل بنسبة قدرها (b)، ويوضح شكل (٣) مجموعة من النقاط التي تم إيجاد توفيق لها عن طريق علاقة دالة الانحدار الخطي.

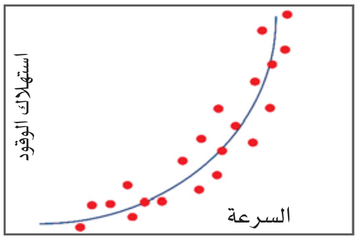


■ شكل (٣) نموذج الانحدار الخطي للدخل والاستهلاك.

ولنأخذ مثالاً على ذلك ارتباط معدل استهلاك الفرد بدخله؛ فكلّما زاد دخل الفرد، زاد معدل استهلاكه عادة، وفي شكل (٣) نرى أن دخل الفرد بدأ صغيراً وكذلك معدل استهلاكه ثم يبدآن بالزيادة إلى أن يصلا لأعلى مستوى وهو أعلى المنحنى.

■ **الدالة الأسّية (Exponential Function):** وتستخدم عندما تكون العلاقة على شكل منحنى وليس خطًّا مستقيماً، وفقاً للمعادلة: $y_t = b^t$

مثال: تزداد سرعة السيارة بازدياد معدل احتراق الوقود، حيث نرى في شكل (٤) أن سرعة السيارة في البداية كانت بطيئة، ثم ما لبثت أن زادت السرعة نتيجة لزيادة احتراق الوقود ووصلت إلى أعلى مستوى من السرعة المثلة في أعلى المنحنى.



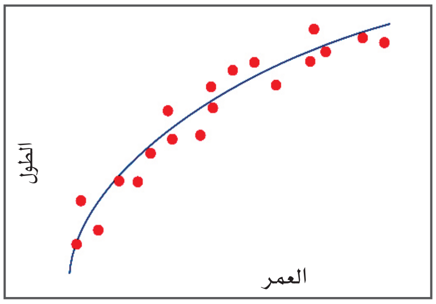
■ شكل (٤) نموذج انحدار أسي للسرعة والاستهلاك.

■ **الدالة اللوغاريتمية (Logarithm Function):**

تقوم بعمل الدالة الأسّية نفسها ولكن على صورة لوغاريتم، وتكون وفقاً للمعادلة:

$$y_t = a + b\log(t)$$

مثال: يرتبط طول الإنسان بعمره، فكلما زاد العمر زاد الطول تبعاً له، ثم ما يلبث أن يثبت الطول عند حدّ معيّن مهما تقدّم العمر، شكل (٥).



■ شكل (٥) نموذج انحدار لوغاريتمي للعمر والطول.

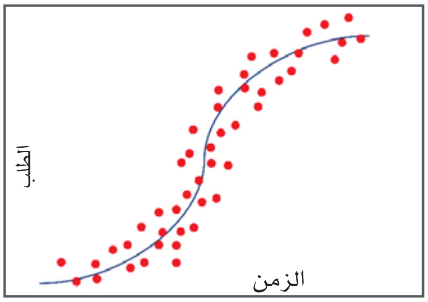
■ **الدالة اللوجستية (Logistic Function):**

تستخدم لتمثيل تطور انتشار المبتكرات الجديدة خلال دورة حياتها، حيث نجد في البداية الإقبال الشديد على شرائها، ثم يحدث تشبع من قبل الزبائن لهذه المبتكرات فيقلّ الطلب عليها، شكل (٦).

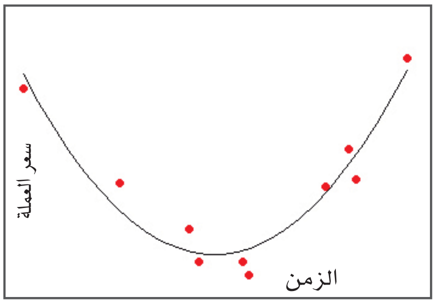
ويمكن تمثيلها حسب المعادلة:

$$\frac{1}{y_t} = c + b^t$$

مثال: تؤدّي الهواتف الحديثة لزيادة الطلب عليها في البداية ثم يحدث قلة في الطلب عليها نتيجة للتشبع أو اكتشاف عيوبها.



■ شكل (٦) نموذج انحدار لوجستي للطلب على الهواتف.



■ شكل (٧) نموذج انحدار قطع مكافئ.

■ **دالة القطع المكافئ (Parabola Function):**

تستخدم لتوفيق منحنى قطع تكافؤ من الرتبة الثانية وتكتب على الشكل الآتي:

$$y_t = a + b + c^2$$

مثال: سعر عملة الدولار في فترة ما يصل لأعلى مستوياته في السعر ثم ما يلبث أن يهبط سعره لأقل سعر، ثم يعود للارتفاع مجدّدًا إلى أن يصل لسعره الأول المرتفع، تماماً كما هو موضح في شكل (٧).

وبذلك نكون قد لخّصنا أهم الأساليب الإحصائيّة التي يلجأ إليها أصحاب الخطط لمساعدتهم في عمل خطة استراتيجية تستكشف الحاضر، مستفيدة من تجارب الماضي، لترسم صورة المستقبل وتساعد في التطوير والرقي وتجنب الاخطاء السابقة.

التنبّؤ الإحصائي والتخطيط الاستراتيجي

قد تكون يومًا ما تحدّثت مع أحد والديك أو إخوتك أو أصدقائك عن خططك المستقبلية لحياتك، ورسالتك التي تسعى لتحقيقها في الحياة، وقد تكون سمعت وسائل الإعلام وهي تتحدث عن قرارات وخطط استراتيجية تهدف لرفع الإنتاجية في قطاع العمل العام أو الخاص، أو سمعت مسؤولاً في الدولة يتحدث ويطالب المؤسسات بضرورة الوصول إلى الكفاءة والفعالية التي تحقق الرقي والتقدم.

يمكن تصنيف ماسبق تحت مسمّى (التخطيط الاستراتيجي) الذي يمكننا تعريفه بتعريفات عدة، منها:

١- عمليّة اتخاذ قرارات ووضع أهداف واستراتيجيات وبرامج زمنية مستقبلية وتنفيذها ومتابعتها. (غنيم، ٢٠٠١م).

٢- عملية يتم بوساطتها تصور مستقبل المنظمة وتخيّله، وعملية تطوير الإجراءات والعمليات الضرورية لتحقيق هذا المستقبل. (الصرن، ٢٠٠٣م).

٣- عمليّة التطوير والحفاظ على الاتساق بين أهداف المؤسسة والموارد والفرص المتغيرة. (Robson, 1994).

الجدير ذكره أن التخطيط الاستراتيجي أصبح في وقتنا الحاضر محطّ اهتمام جميع الدول في العالم، لما له من ميزات جمّة في المساعدة على التطوير، فالجميع يعلم أن التخطيط رغم إخفاقاته التي قد تحدث، أفضل من عدم التخطيط، وكما يقال: إذا لم تخطط لحياتك، تكون قد خططت للفشل. وحيث إنّنا في عصر السرعة وتقنية الاتصالات المليء بالمفاجآت والمتغيرات، فقد أصبح من الضروري للقائمين على التخطيط الاستراتيجي ومتخذي القرارات الاستعانة بقواعد المعلومات الإحصائية المتاحة للوصول إلى تخطيط استراتيجي تنموي شامل وسليم، ما يؤدّي بدوره إلى زيادة الطلب على البيانات والمؤشرات الإحصائية، واعتماد قرارات قائمة على التنبؤ من خلال أساليب إحصائية تسمّى بالتنبؤ الإحصائي الذي له أهمية بالغة في التخطيط وصياغة القرارات الاقتصادية التي ترسم مسار المنظمات. وقد أكدت تجارب العديد من الدول، أن استبعاد، أو التقليل من دور الإحصاء والتخطيط في عملية التنمية، ينجم عنه تخبط في وضع الخطط القطاعية والشاملة ويسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في إفشالها، لذلك هناك علاقة وثيقة بين الإحصاء والتخطيط الاستراتيجي.

العلاقة بين التقدّم والإحصاء

قد يظن بعضهم أنّ الإحصاء مجرّد جداول وأرقام ومعادلات رياضية صمّاء، غير مدركين أنها الأساس الذي تقوم عليه الأبحاث والدراسات العلمية في شتى المجالات، التي من خلالها يحدث التقدم وتكتشف التقنيات الحديثة، فلا يمكن دراسة ظاهرة معيّنة والتعرف إلى أبعادها وتحديد قوانين حركتها إلا بالتحليل الكمي والنوعي من خلال الوصف والتحليل والتفسير والاستنتاج والفحص الكامل لها. وهنا لا بد من استخدام البيانات والمعلومات الإحصائية عن تفاصيل هذه الظاهرة، وكلما كانت البيانات الإحصائية وافية ودقيقة وشاملة، كانت عملية الفحص مثمرة وتعطي نتائج يعتمد عليها، لهذا لا غنى للباحثين والدارسين عن الإحصاء وما يقدمه من دعم تحليلي للموضوعات ذات الاهتمام، التي تساعد على التطوير.

من أجل ذلك بدأ الاهتمام الجدي بالإحصاء كعلم وكعنصر لا يمكن الاستغناء عنه إذا ما أرادت الدول تحقيق برامج التنمية التي تعمل عليها، فعمل بعضها على تطوير عمليات طرق حساب التقديرات الإحصائية السنوية لتحديد الاحتياجات اللازم توافرها في ظل عملية التطوير، واستندت إلى الإحصاء الوصفي (السنوي والدوري) لمعرفة كم سيكون عدد السكان، وتكوينهم العمري بعد عقد أو عقدين من الزمن، لتعمل على تأمين الاحتياجات المختلفة لهم، سواء من حيث توسيع عمليات الإنتاج أو وضع خطط للاستيراد أو زيادة مساحة الأرض الزراعية أو بناء المدارس والمستشفيات وغيرها من المنشآت الضرورية، ومن هنا برزت وظيفة الإحصاء التي تمكننا من توظيف البيانات والمعلومات الإحصائية في أعداد مثل هذه الدراسات والأبحاث التي تختص في تحليل الظاهرة المراد دراستها.

ومما يؤكد أهمية الإحصاء، سعي الدول على المستوى المحلي والإقليمي والدولي إلى إنشاء العديد من المراكز المتخصصة في مجال الإحصاء للتعليم والتدريب، ووزارات للتخطيط والإحصاء، كذلك ظهرت بعض المنظمات الدولية المتخصصة والتي تستخدم الإحصاءات في عملها مثل البنك الدولي ومنظمة الصحة العالمية ومنظمة اليونسكو.

الإحصائيون وإنجازاتهم العلمية

فيما يلي نعرض لبعض الشواهد الإحصائية لمجموعة من العلماء الإحصائيين على سبيل الدلالة لا للحصر، ومن خلالها يمكن أن نرصد مدى زيادة الحاجة إلى الإحصاء وتطبيقاته في مختلف المجالات العلمية، والاجتماعية والصحية والاقتصادية:

- **فريدريك هوفمان**

عمل على تحليل البيانات الصحية، بالأخص المتعلقة بالسرطان فكان أحد أوائل من لفتوا الانتباه للعلاقة بين أمراض الجهاز التنفسي والعمل في صناعة الأسبستوس.

- **دوبلن**

استخدم الإحصاء للكشف عن معدلات الإصابة بالأمراض ومعدلات الوفيات مع حالات الانتحار، وساهم في تطوير برامج للسيطرة على مرض السل ووفيات الولادة والرضع.

- **هورلد جيفريز**

ربط بين المنطق والاستنتاج العلمي وركز على التفريق بين الإحصاء الوصفي والإحصاء التحليلي (الاستنتاجي).

- **مونستلير**

عمل في بحوث تتعلق بالطب وصحة المجتمع، وساهم في تطبيق طرق النماذج الخطية اللوغاريتمية على البيانات الخاصة بدراسة درجة الأمان في عمليات التخدير، كما ركز على دراسة تجربة حجم الصف في السنوات الأولى من التعليم، وأثر ذلك على تحصيل التلاميذ لفترات قادمة، حتى وإن انتظم التلميذ فيما بعد بصفوفٍ اعتيادية.

- **ويليام كوشران**

أمضى ستّ سنوات في تنفيذ تجارب متعلقة بالمناخ، والفروقات التخصيبية للنبات، كما عمل على تحليل بيانات في حقول عدة، منها السلوكيات الجنسية للإنسان، آثار الإشعاع على ضحايا هيروشيما، دراسات تقييمية للقاح شلل الأطفال، تجارب جراحية لحالات القرحة، وتساوي الفرص في التعليم.

- **هيرمان هوليرث**

من الإحصائيين المعروفين جيّداً في تاريخ تطور الحاسبات حيث عمل على تطوير ماكينة قراءة البطاقات المثقبة وهو مؤسس شركة (IBM) المعروفة.

- **توكي**

ساهم في عام ١٩٥٢م في تطوير حاسبة إلكترونية أثناء عمله في مختبرات شركة الهاتف الأمريكية.

الخلاصة

يحتاج تحقيق التنمية وثورة التقدم للدولة إلى التخطيط الاستراتيجي الجيّد والذي يحتاج إلى مزيد من الدراسات والأبحاث التي من شأنها تحليل الواقع الذي عليه المنظمة في الوقت الحاضر، ولا يتم هذا إلا بمعونة أساسية وهامة من علم الإحصاء وما يقدمه من قواعد بيانات تُبنى عليها تلك الدراسات والأبحاث المذكورة. فالإحصاء بات علماً وضرورة لا يمكن الاستغناء عنه أبدًا في التطوير وإصلاح الأخطاء السابقة سواء للدولة أو المنشأة أو الشركة، بغض النظر عن حجمها، وفي قول مختصر: لا تنمية بدون تخطيط، ولا تخطيط دون إحصاء، ولا إحصاء دون رياضيات.

المراجع

- غنيم، محمد (٢٠٠١): التخطيط اسس ومبادئ عامة، الطبعة الثانية، دار رضا للنشر والتوزيع: عمان.
- الصرن، رعد (٢٠٠٣): صناعة التنمية الادارية في القرن الحادي والعشرين، الطبعة الاولى، دار الرضا للنشر: سوريا.
- Abraham, B. and Ledoter, J. (1983). Statistical Methods for Forecasting, John Wiley, New York.
- Robson, Wendy. (1994). «Strategic Management and Information Systems», p.15.

الرياضيات وصناعة السيارات

السيد عبداللاه حميدة

يعلم كثير من الناس أن علم الرياضيات موجود في كل شيء حولنا ولكن بعضهم لعدم معرفته بتطبيقات هذا العلم يجد صعوبة في تلمّس دور الرياضيات في حياتنا، ويعتقد ألا جدوى تذكر من دراسة الرياضيات، ولكننا لا نبالغ بالفعل إذا قلنا إنه لا غنى عنها في حياتنا. نعم؛ قد لا يُطبق علم الرياضيات بصورة مباشرة في الصناعة وغيرها من جوانب الحياة المختلفة ولكنه بالتأكيد هو العلم الذي وضع الأسس والمبادئ التي قامت عليها سائر العلوم التطبيقية. وكمثال على ذلك يستعرضُ هذا المقال دور الرياضيات في صناعة السيارات، لتصبح أكثر قدرةً في قراءة واستطلاع دور الرياضيات في كل ما يحيط بك.

هل تعلم أن للرياضيات دورًا كبيرًا في توفير الأمان لك أثناء قيادتك للسيارة ؟

بل هل تعجب لو قلت لك إن الرياضيات هي التي تصمم لك سيارتك ؟

وهل كنت تتساءل دوماً: لماذا ندرس الرياضيات؟ حسناً...هنا ستجد بعض الإجابة عن سؤالك.

الرياضيات وتطور صناعة السيارات

إن تطور علم الرياضيات وما يتبعه من تطور في العلوم الميكانيكية والفيزيائية كان ينعكس دائماً على الصناعة بشكل عام، وعلى صناعة السيارات بشكل خاص. يعكس اختراع السيارة جملة من التطورات والابتكارات التي حدثت في عدة دول من العالم تبعاً لاهتمام تلك الدول وتميزها في علم الرياضيات، فقد وصل عدد براءات الاختراع المسجلة حتى اليوم إلى أكثر من ١٠٠ ألف براءة اختراع، أوصلت السيارات إلى ما هي عليه الآن!، ولا نبالغ إذا قلنا إن كل واحدة من هذه البراءات كانت تعتمد في أساسها على نظرية أو مبدأ رياضي تَحوّل فيما بعد إلى تطبيق فيزيائي أو ديناميكي أدى بصورة مباشرة إلى تطور في صناعة السيارة، لذلك ليس من الغريب أن الدول التي اهتمت بالعلوم البحتة؛ وفي مقدمتها الرياضيات، هي نفسها الدول التي تقدمت في الصناعة بصورة عامة.

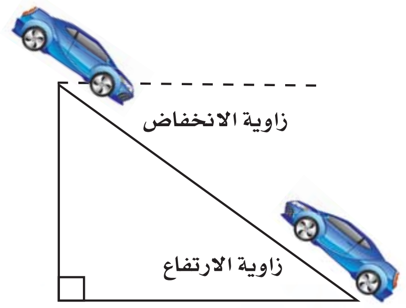
يشير العديد من التقارير والمقالات العلمية إلى أن أول تصميم لسيارة في التاريخ، أو بالأصح لعربة تسير بوساطة شكل من أشكال المحركات، قد وُضعه الإيطالي **غويدو دانيغفانو** في عام ١٣٣٥م، بعده وضع الإيطالي **ليوناردو دا فينشي** فيما بعد تصميمًا لعربة ذاتية الحركة تسير على ثلاث عجلات، معززة بنظام توجيه وميكانيزمات مختلفة بين العجلتين الخلفيتين.

الرياضيات وأمان السيارة

هناك أكثر من مليار سيارة تجوب أنحاء العالم اليوم، ومع ازدياد أعدادها، وسرعتها العالية، والظروف المختلفة للطرق والسائقين والطقس، تتزايد أهمية الأمان في المركبة، وتولي الشركات المصنّعة اهتماماً كبيراً بهذا الموضوع، بل هناك تصنيفات دورية متخصصة لاختيار السيارة الأكثر أماناً، وتلعب الرياضيات دوراً مهماً في اختبارات التصميم والأمان المختلفة، التي تشمل مكوّنات السيارة كافة، لكننا سنعطي بعض الأمثلة هنا لما يمكن للرياضيات أن تقدمه لنا:

- **السيارة وزوايا الارتفاع والإنخفاض**

باستخدام الرياضيات يمكن المحافظة على أمان السيارة أثناء صعودها أو نزولها من المنحدرات، عن طريق قياس زاوية الارتفاع أثناء الصعود أو زاوية الانخفاض أثناء الهبوط، وكلما زادت زاوية الارتفاع يُترجم ذلك عن طريق



■ شكل (١) زوايا الارتفاع والانخفاض.

جهاز بالسيارة إلى ناقل حركة مناسب لهذا الارتفاع وأيضا عند النزول كلما زادت زاوية الانخفاض يترجم ذلك إلى ناقل حركة يناسب هذا الانخفاض، عن طريق جهاز مرتبط مباشرة بناقل الحركة، يعمل بصورة آلية دون أن يتحكم فيه قائد السيارة، كما نلاحظ في السيارات ذات ناقل الحركة الآلي (الأوتوماتيكي) –مثلاً– ما يمنع وقوع أية حوادث، وهذا ما يسمّى في الرياضيات بزوايا الارتفاع والانخفاض، شكل (١).

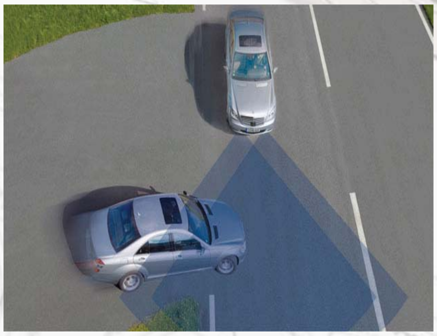
● **مجسّ السيارة**

تُزوّد السيارات الحديثة بمجسّ (رادار أو مستشعر) أو كاميرا لها القدرة على قياس المسافة بينها وبين السيارة التي بالخلف أو المجاورة لها ومن ثم كلما اقتربت السيارة من الأخرى يعطي إنذاراً للسائق لتنبيهه وتفادي الاصطدام، ومن ناحية أخرى،تمكّن هذه الخاصية السيارة من الاصطفاف في مكان معين دون الحاجة إلى تدخل من السائق.

● **أمان السيارة**

تجربة عناصر الأمان في السيارة، كانت تستلزم في الماضي إجراء حوادث سيارات متعمدة، لقياس مدى تأثير الاصطدام على مكونات السيارة، وعلى حياة السائق ومن معه. ولو عرفنا أنه ينبغي بعد إجراء كل تعديل على جسم السيارة، تجربة ذلك على أرض الواقع بسيارات جديدة تتحطّم بعد الحادث، فلك أن تتصور حجم الخسائر المادية من جراء ذلك. ولكن اليوم أصبحت هناك برامج محاكاة على الحاسوب باستخدام مجسّم للسيارة مكّون من نقاط، وبمساعدة الرياضيات، يمكن قياس تأثير كل المتغيرات في كامل جسم السيارة وفي الركاب في حالة التصادم، عن طريق إدخال مجسم محاكي للسيارة المراد اختبار أمانها وإدخال السرعات المراد قياس قوة التصادم عندها على البرنامج، ثم بتغيير أحد المعاملات وتثبيت الآخر يمكن حساب قوة التصادم عندما تسير السيارة بسرعة ٥٠كم/س مثلاً في حائط صلب بنسبة ١٠٠٪، أو حساب قوة تصادمها عندما تسير بسرعة ١٠٠كم/س في جسم صلب بنسبة ٨٠٪، وهكذا. كما أنّ البرنامج يتيح قياس قوة التصادم على السيارة من الأمام أو من الخلف أو من الجنب، على أن يتم توزيع النقاط أو درجات الاختبار الناتج عن الاصطدام على السائق، بل يمكِن قياس تأثير الاصدام على أجزاء جسمه المختلفة كالرأس والفخذ والصدر والعنق، وكل جزء يأخذ عدداً معيّناً من النقاط التي تجمع ومنها نعرف درجة أمان هذه السيارة.

تختلف شركات السيارات كل منها عن الأخرى في مواصفات وشكل التصنيع، من حيث أبعاد السيارة أو من حيث صلابتها وأشياء أخرى عديدة، فأصبح من الضروري قياس تأثير تصادم السيارة مع سيارة مصنَّعة في شركة أخرى لها حجم وشكل مختلف تماما، ونتيجة لذلك صار متاحاً ربط أجهزة الحاسوب العملاقة لكل شركة مع شركات صناعة السيارات المنافسة وتوفير البيانات اللازمة لقياس تأثير الاصطدام بسيارات الشركات الأخرى. كما هو موضح في الصورة الآتية، هناك سيارتان كل منهما تختلف عن الأخرى في الصناعة ويتم قياس مدى تأثير اصطدام كل منهما في الأخرى، وتعمل أجهزة الاستشعار على تحديد مسافة كلٍّ



■ قياس مدى اصطدام سيارتين.

منها عن الأخرى بفاعلية.

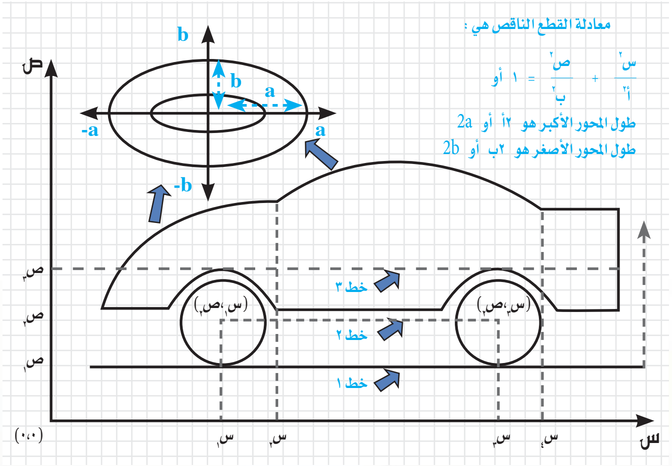
يعدّ هذا المشروع إنجازاً رياضياً فريداً من نوعه، لضمان عنصر الأمان للإنسان،و هو يقوم على تشفير المعلومات، بحيث تتمكن الشركات المنافسة من التعامل مع المعلومات المتاحة لها فقط، والخاصة بعملية التصادم فقط ، دون أن تكون لها أي قدرة على تخزينها أو استغلالها لأغراضٍ أخرى.

ليس هذا وحسب، بل إن الرياضيات تساهم في إنتاج سيارات أكثر جودة، و تساعد في إجراء اختبارات على مكونات السيارة من المعادن والطلاء والبلاستيك والكاوتشوك، وغير ذلك من المواد، التي تتعرض كلها لظروف قاسية، من درجة حرارة مرتفعة جدًّا في المحرك، ودرجة حرارة منخفضة من تبريد الرياح، وطقس متقلّب، وأجواء مشمسة، وثلوج وأمطار، وكلها أمور يجب مراعاتها عند احتساب تأثير هذه العوامل على المواد المكونة للسيارات ، ومن ثم الارتقاء بجودتها.

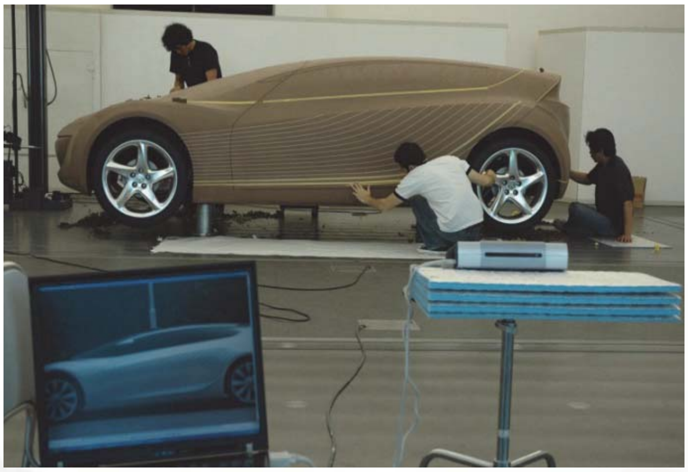
الرياضيات وتصميم السيارة

يحتاج المصمم في تنفيذ تصميمه إلى حساب مقاسات الطول و العرض والارتفاع وحساب النِّسب لأجزاء التصميم الذي يقوم بتنفيذه، كما يتطلب تنفيذ التصميم حساب تكلفة المنتج، ويتم ذلك من خلال بعض العمليات الرياضية من جمع و طرح و حساب نسب مئوية. فمثلاً، يعتمد تصميم الهيكل الخارجي للسيارة تقريبًا بصورة كاملة على الرياضيات، لذلك لا بدّ للمصمم من معرفة المقاييس والأبعاد الهندسية، فمثلًا هناك أجزاء في السيارة لا بدّ من أن تكون متساوية في القياس من ناحية حتى لاتتسبب في عطل لها ومن ناحية أخرى لتعطيها شكلًا جماليًّا، وهناك عدة خطوات لتصميم سيارة باستخدام أشكال هندسية معينة كما يلي:-

١- باستخدام القلم الرصاص وورقة رسم بياني مربعات ارسم خطّاً مستقيماً يمثل الأرض، برسم خط أفقي يوازي محور السينات (خط ١) أي نبدأ تصميم السيارة من أسفل لأعلى.



■ شكل (٢) خطوات تصميم السيارة.



■ دقة القياس ضرورية لنجاح التصميم .

٢- ارسم دائرتين متطابقتين لهما طول نصف القطر نفسه، تمثلان العجلتين واجعلهما على بُعد مناسب حتى تحملا السيارة بصورة متزنة، ويكون مركز الدائرتين على خط افقي واحد يوازي محور السينات- خط (٢) –شكل(٢).

وهنا لك أن تتساءل: ماذا لو لم تكن العجلتان على شكل دائرتين وكانتا على شكل هندسي آخر؟ أو ماذا لو كانت الدائرتان غيرمتطابقتين؟ إجابتك ستوضح لك أهمية اختيار الشكل الدائري دون غيره، و أهمية الدقة في أخذ القياسات وتصميم القطع.

٣- ارسم منحنى يحيط بالدائرتين عبارة عن نصف دائرة، نصف قطرها أكبر من نصف قطر العجلات.

٤- ارسم خطاً أفقياً ملامساً للإطار الذي يحيط بالعجلات، يصل من واجهة السيارة حتى نهايتها ويتحدّد طوله حسب رغبة المصمّم في أبعاد السيارة المراد تصميمها، خط (٣).

نلاحظ أنّ الخطوات السابقة هي خطوات ثابتة تقريباً في جميع التصميمات.

٥- يعتمد الجزء العلوي من السيارة - موضع الاختلاف والتنوع بين التصميمات- على شكل هندسي يسمّى القطع الناقص، وهو عبارة عن منحنى يشبه منحنى الدائرة ولكن له محوران أحدهما أكبر من الآخر، كما هو موضح في الرسم، فكلما اختلف قياس طول المحور(a) وقياس طول المحور (b) حصلنا على أشكال وتصميمات مختلفة، وذلك بتثبيت أحدهما وتغيير الآخر في المعادلة الموضحة في الشكل (٢).

يلي ذلك إدخال الرسومات المُتحصّل عليها في برامج معّينة على الحاسوب لتحويلها إلى رسومات ثلاثية الأبعاد، لنتمكن من رؤية أبعاد السيارة من جميع الجهات، ومنها نضيف التعديلات اللازمة.

٦- إنشاء مجسّم مصغّر من الصلصال للسيارة، محافظين على النسب بين الأبعاد، ويمكننا تحويل الحواف الحادة، كحافّة المستطيل في خلفية السيارة إلى حواف ذات ملمس ناعم (من المعلوم أن المجسّم شكل هندسي ثلاثي الأبعاد من شأنه أن يحوّل الأشكال المستوية مثل: المربع والمثلث والدائرة إلى أشكال مجسّمة مثل: المكعب والكرة والهرم)

٧- إنشاء مجسّم آخر ولكن بأبعاد حقيقية، على أن يكون من الصلصال أو البوليمرات أو من مركّبات مواد أخرى لجعل النموذج أخف وزناً ومن ثمّ يسهل نقله.

وكما هو موضّح في الصورة السابقة فكل شيء يتم عمله بقياسات معيّنة ودقيقة حتى لاتختلف نسب الأبعاد عندما نحولها إلى مجسم كبير، و لهذا نستخدم قانون مقياس الرسم لنحوّل الأطوال من على الرسم إلى أطوال على الحقيقة.

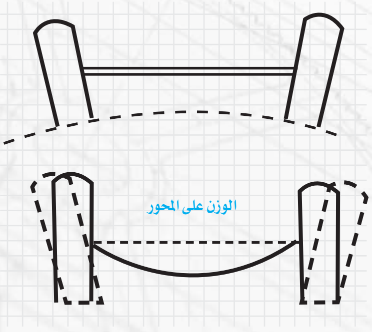
ثم تأتي مجموعة من الخطوات الخاصة بالتصميم الداخلي للسيارة الذي سيمرّ بمراحل تصميم الهيكل نفسها تقريباً.

الرياضيات وزوايا العجل

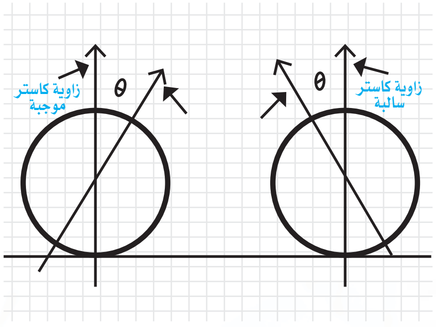
من المعلوم أنّ الزاوية هي مصطلح هندسي يعبّر عن اتحاد شعاعين لهما نقطة البداية نفسها، ولعجل السيارة عدة زوايا لا بد من ضبطها على قياسات معينة، لتجنب مشكلات كثيرة تتمثل في صعوبة توجيه السيارة وعدم اتزانها وتآكل في الإطارات وزيادة في استهلاك الوقود، كما أن لتلك الزوايا أهدافاً كثيرة كما سنوضح في الآتي:

١- زاوية الكاستر أو زاوية استقامة العجل :

وهي زاوية ميل محور توجيه العجلة للخلف أو الأمام بالنسبة للمستوى الرأسي عند النظر إليها من الجانب، شكل(٣). وعندما تكون زاوية الكاستر موجبة فإن العجلة تسير ذاتياً في خط



■ شكل (٣) زاوية استقامة العجلة.

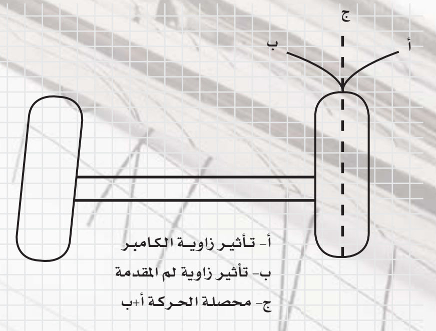


■ شكل (٤) زاوية كاستر السالبة والموجبة.

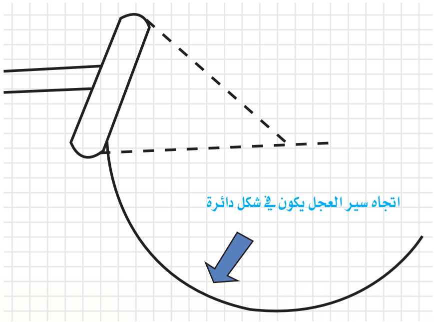
مستقيم، وهذا يعني أن السائق لا يحتاج إلى المحافظة على توجيه السيارة عند السير في خط مستقيم، ومن المهم تساوي زاوية الكاستر للعجلتين لكيلا يحدث انحراف ناحية العجلة التي بها زاوية كاستر ذات قيمة سالبة أكثر أو أقل قيمة موجبة شكل (٤).

٢- زاوية الكامبر أو زاوية انبعاج العجل: وهي زاوية ميل العجلة بالنسبة للمستوى الرأسي عند النظر إليها من الأمام، وهي تعمل على انبعاج العجلة تمتصّ الحركة البسيطة نتيجة عدم استواء الأرض، شكل (٥).

كما تعمل زاوية الانبعاج على تعويض ميل الطريق "ارتفاع الطريق من المنتصف وانخفاضه من الجوانب لتصريف المياه" فتكون العجلة عمودية على الطريق المحدّب، كذلك تعمل على تعويض وزن السيارة والركّاب على المحور، فمثلاً كلما زاد وزن الركاب أثّر ذلك في المحور بصورة سلبية، فتعمل زاوية الكامبر على انبعاج العجلات للخارج لتمتص الضغط الواقع



■ شكل (٥) تأثير زاوية الكامبر.



■ شكل (٦) عجلة ذات زاوية كامبرا موجبة.

على المحور الناتج عن هذه الزيادة.

٣- زاوية لمّ المقدمة (Toe in Angle): وهي مقدار ميل العجلة للداخل عند النظر للعجلات من الأمام وتقاس بالفرق بين مقدمة الإطارات وخلفية الإطارات.

تلغي زاوية لمّ المقدمة تأثير وجود زاوية الكامبر، فزيادة الضغط على المحور كما ذكرنا يؤدي إلى زيادة انبعاج العجلات. ولأن العجل الذي به زاوية كامبر موجبة يتحرك كجزء من مخروط وعند تحريكه للأمام فإن العجلة لن تتحرك في خط مستقيم وإنما تسير في دائرة كما يوضحه شكل (٦). في هذه الحالة تحاول العجلة الاتجاه للخارج، ولهذا يتم ضبط زاوية لمّ المقدمة للداخل حتى يتم تعويض هذا الانبعاج عندما تكون السيارة ساكنة، وبكلام آخر فإن اتجاه العجلة يكون للداخل ويعادل حركتها في المخروط للخارج، و عند الحركة للأمام تصبح العجلة في وضع الاتجاه للأمام.

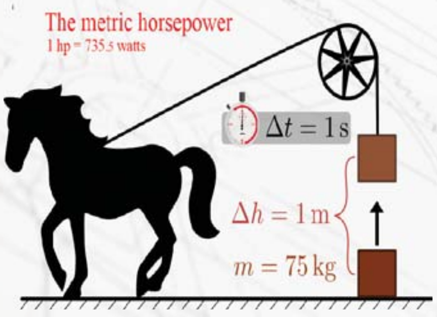
الرياضيات وقوّة محرك السيارة

يركّز المهتمون بعالم السيارات في حديثهم عن أي سيارة على قوّة محركها بالحصان، ودائمًا ما تذكر إعلانات السيارات قوة المحرك بالحصان كميزة تنافسية للسيارة. ربما يظن بعضهم أنّه حينما توصف سيارة بأنها بقوة ١٠٠ حصان أنّ هذا يعنى أننا إذا نزعنا منها المحرك وحوّلناها إلى عربة يجرها ١٠٠ حصان ستقدم الأداء نفسه، لكن الأمر في حقيقته ليس بهذه الصورة.

تعرف قوة الحصان (Horse Power) بالعلاقة بين العمل والوقت، فإذا حملت مثلاً ٣٣,٠٠٠ رطل على قدم واحدة خلال دقيقة واحدة، فإن عملك في هذه الحالة يُقدر بقوّة حصان، وتكون قد صرفت دقيقة من الطاقة.

استخدم هذا التعريف للمرة الأولى **جيمس وات** (١٧٣٦-١٨١٩م) مخترع المحرك البخاري الذي سمّيت وحدة قياس القوة «الوات» باسمه تقديراً لجهوده.

لقد احتاج **وات** من أجل بيع محركاته البخارية إلى طريقة لحساب قدرتها، وكانت تلك المحركات تستخدم كبديل للأحصنة التي كانت حينذاك المصدر المألوف للطاقة الصناعية، حيث يسير الحصان العادي مسافة دائرة قطرها ٢٤ قدماً، أي ما يعادل محيط دائرة مساحتها ٧٥,٤ قدماً مربّعاً، وذلك عند ربطه بطاحونة لجرش الذرة أو قطع الخشب. افترض **وات** أن بإمكان الحصان جرّ حمولة بقوة ١٨٠ رطلاً، ولاحظ أنه يمكن للحصان أن يلف حول دائرة واحدة ١١٤ مرة في الساعة، أي ما يعادل دائرتين تقريبًا في الدقيقة، ما يعني أن الحصان يسير بسرعة ١٨٠,٩٦ قدمًا في الدقيقة. حوّر **وات** هذا الرقم ليساوي ١٨١ قدمًا في الدقيقة ثم



■ قوة المحرك تقاس بالحصان.

ضربه بقوّة جرّ الحصان التي تساوي ١٨٠ رطلًا فنتج عن ذلك ٣٢,٥٨٠ قدمًا رطلًا في الدقيقة، وبتحوير الرقم يصبح ٣٣,٠٠٠ قدمًا رطلًا في الدقيقة تقريباً وهو الرقم الذي نستخدمه الآن.

وهناك عدّة استخدامات شائعة لوحدة الحصان كوحدة الحصان الميكانيكية ووحدة الحصان الكهربائية ووحدة الحصان المترية وكلٌّ منها لها قيمة مختلفة عن الأخرى بالوات

لذا فإن قوّة الحصان هى وحدة من وحدات الرياضيات التطبيقية ولا تعنى القوة العضلية للحصان الواحد كما يظن بعضهم .

الرياضيات ومكوّنات محرك السيارة

تدخل الرياضيات بقوة في تكوين محرك السيارة الذي يتألف من مجموعة من الأجزاء التي صمّمت طبقاً لأشكال هندسية بقياسات دقيقة جدًّا أهمها الإسطوانة (Cylinder)، ذلك المجسم الهندسي الذي يعُّد الجزء الرئيس للمحرك، وعادة ما تحتوي محركات السيارات أربع إسطوانات أو ستًّا أو ثماني، وكثيراً ما نسمع أحدهم يتحدث عن سيارته بأنها ٦ سلندر أو ٨ سلندر، وبالتأكيد فإنها تعدّ فارقة في أسعار السيارات.

يتم ترتيب الإسطوانات في المحرك بثلاثة أوضاع هندسية هي:-

● **خط مستقيم**

في هذا الترتيب تكون الإسطوانات موضوعة في خط مستقيم، وهو مصطلح هندسي يعني أن الإسطوانات كلها على استقامة واحدة، وتكون الإسطوانات بجانب بعضها بشكل طولي، بمعنى أن الإسطوانة تصعد وتنزل بصورة عمودية جنب الأخرى، وترتيب الإسطوانات على خط مستقيم يجعل المحرك سهل الصيانة وغير معّقد بالإضافة إلى أنه أكثر المحرّكات تحمّلاً وأطولها عمراً.

● **خطان متوازيين**

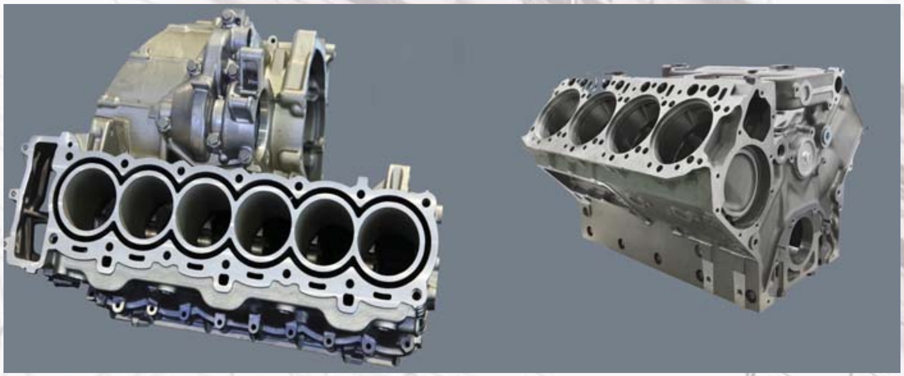
التوازي مصطلح هندسي يعني عدم تقاطع الخطين المتوازيين مهما امتد طولهما، ويجعل وضع التوازي الإسطوانات في صورة متقابلة مع بعضها بعضاً، ويعمل على زيادة عزم السيارة بصورة غير طبيعية مقارنة بمحركاتها وحجمها، ولكن هذا النوع من المحركات نادر الوجود في السيارات، لحاجته إلى الصيانة بشكلٍ متكرر.

● **خطان بزاوية حادّة على شكل حرف «V»**

من المعلوم أن الزاوية الحادّة ينحصر قياسها بين (٠) درجة و(٩٠) درجة، وتعمل الإسطوانات في هذا الوضع بدرجة ميل معيّنة من كلا الجانبين، وتختلف درجة الميل من شركة مصنّعة إلى أخرى، وهذا الميل يعمل على توفير مساحة كبيرة في حجرة المحرك ما يسهل تصغير حجم السيارة حتى وإن كان المحرك ضخماً.

تمنع الأوضاع الهندسية الثلاثة السابقة اصطدام أيٍّ من الإسطوانات بالأخرى، كما أنها تضمن قوة دفع أكبر للمحرك، و يلعب ترتيب الإسطوانات وعددها في محرك السيارة دوراً رئيساً من حيث تقليل ارتجاج المحرك و نعومة حركته، وكفاءته وكذلك سعر السيارة.

و هناك أجزاء أخرى في المحرك تعتمد اعتمادًا كليًّا على الدقّة في القياس مثل: المكبس، وهو قطعة من الصلب تتحرك لأعلى ولأسفل داخل الإسطوانة، رأسها يكون على شكل قرص دائري، وتكون حلقات المكبس على شكل دائرة نصف قطرها أقل من نصف قطر قاعدة الإسطوانة وأكبر من نصف قطر المكبس، وتوجد حلقات المكبس بين الجزء الخارجي للمكبس والجزء الداخلي للإسطوانة لتسمح بحركة المكبس دون تمكين خليط الوقود والهواء أو ناتج الاحتراق من التسرب، كذلك تمنع تسرب الزيت إلى داخل الإسطوانة .



■ شكلان من أشكال ترتيب الأسطوانات في المحرك.

خاتمة

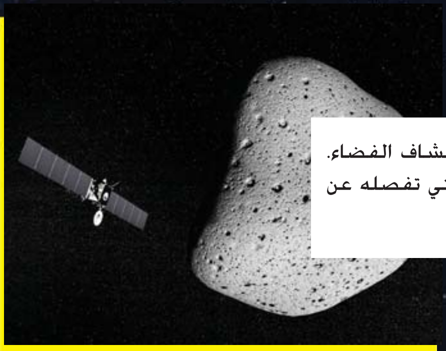
ما تم ذكره ليس فقط علاقة الرياضيات بالسيارات، فالرياضيات تقريبًا تدخل في جوانب صناعة السيارات جميعها، وسنختم بهذه المعلومة السريعة، فبعلاقات رياضية معينه يتم حساب سرعة الرياح ومدى قوة تأثيرها في جسم السيارة أثناء القيادة ليتمكّن السائق من معرفة السرعة التي يجب أن يقود بها حتي يكون في مأمن - بمشيئة الله - في حالات الرياح، أو الأمطار الكثيفة، وعليه فإنّ السرعة التي تظهر أمام السائق ما هي إلا علاقة رياضية يتم حسابها لتظهر للسائق رقماً في عدّاد السرعة بكل سهولة ويُسر، وما ينطبق على صناعة السيارات، ينطبق على الصناعات الأخرى، فجميعها نتيجة أبحاث ودراسات دقيقة استُخدمت كثير من العلوم والمعارف فيها، بما فيها الرياضيات.

والآن... هل مازلت تتساءل عن الهدف من دراسة الرياضيات؟!.

المراجع

http://ar.wikipedia.org
http://uqu.edu.sa/page/ar/77596
http://www.citystarit.com.jpg

اكتشافات علمية في عام ٢٠١٤م



المسبار فيلاي

نجح المسبار المعروف باسم "فيلاي" في الهبوط على سطح المذنب "شوريموف-غيرازيمنكو" في خطوة تاريخية لاستكشاف الفضاء. وانفصل المسبار عن المركبة الأوروبية "روسيتا" التي حملته خلال رحلته السابقة ليقطع وحده الكيلومترات الأخيرة التي تفصله عن المذنب.تهدف هذه المهمة التي بدأت مع إطلاق "روسيتا" قبل عشر سنوات إلى دراسة تطور النظام الشمسي منذ نشأته .

الدماء الشابة تعالج الشيخوخة

وجد باحثون أن نقل دم فئران صغيرة إلى أخرى متقدمة في العمر أزال أوجه القصور والاعتلال المرتبطة بالتقدم في العمر في المخ، كما أوقف تدهور قدرات التعلم والذاكرة وعزز قدرة المخ على تغيير بنيته، ما يفتح آفاقاً جديدة للعلاج في المستقبل.

جهاز شخصي لفك الجينوم

أصبح بإمكان الأشخاص العاديين فك الشفرة الوراثية للإنسان باستخدام جهاز تبلغ تكلفته ١٠٠٠ دولار، باعتماد نظام جديد لسلسلة الحمض النووي، وسيسرّع هذا الإنجاز عملية الفحص للأمراض الوراثية.

الطباعة ثلاثية الأبعاد

ظهرت الطباعة ثلاثية الأبعاد قبل أعوام قليلة، وبدأت سريعاً بالانتشار، لتصبح في متناول المستهلكين العاديين. لكن الجديد هذا العام هو تطوير أحبار مصنوعة من أنواع مختلفة من المواد وسّعت بشكل كبير أنواع الأشياء التي يمكن طباعتها. كما جرت هذا العام أول عملية طباعة ثلاثية الأبعاد في الفضاء في إطار تجربة لإدارة الطيران والفضاء الأميركية (ناسا) قامت خلالها بتصميم مفتاح (مفك) براغي، وطباعته واستخدامه في الفضاء.

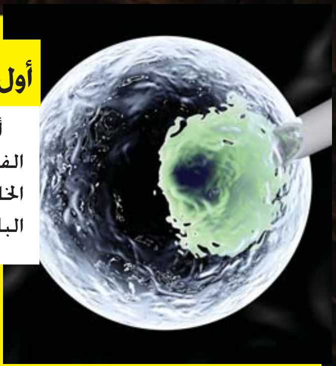
تصوير أعمق نقطة في الكون بمرصد هابل الفلكي

استطاع مرصد هابل الفلكي رصد مجرات يافعة ومليئة بالنجوم داخل أعماق الكون، حيث تعد تلك أبعد مسافة يستطيع رصدها البشر حتى الآن.

يد صناعية يمكنها الإحساس باللمس

تمكن رجل دنماركي بمساعدة فريق علمي سويسري من تحسّس الأشياء من حوله مرة أخرى بعد أن فقد يده اليسرى قبل ٩ أعوام، عن طريق جهاز مزروع داخل هذه اليد مربوط بالجهاز العصبي من شأنه توفير ردود فعل مباشرة إلى الأعصاب المتبقية في ذراع الرجل. كما تمكن رجل ثان -في إنجاز علمي آخر- من الحصول على يدين اصطناعيتين، تتحركان بناءً على أوامر عصبية مباشرة.

أول خلية صناعية بالكامل

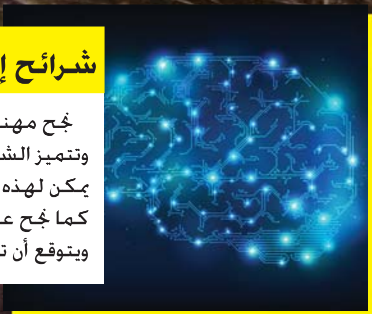


أنتج كيميائيون بنجاح خلية اصطناعية قادرة على تنفيذ خطوات متعددة من التفاعلات الكيميائية التي تقوم بها الخلية الحية. ملأ الفريق البحثي كرات مجهرية بمواد كيميائية معينة ثم وضعوها داخل قطرات ماء، بعد ذلك غطوا قطرة الماء بطبقة بوليمر لتحاكي جدار الخلية، ثم قاموا بقياس التألق (Fluorescence) -وهو الإصدار الضوئي الذي ينتج عند تدفق الطاقة بأشكالها المختلفة داخل الخلية- ، ليثبت الباحثون أن التفاعلات الكيميائية المتسلسلة حدثت بالفعل.

أجهزة نانوية داخل الخلية البشرية

تمكن فريق من الكيميائيين والمهندسين في جامعة بنسلفانيا الأمريكية، من وضع عربات اصطناعية على مقياس النانو داخل خلايا بشرية حية، يمكن دفعها بالموجات فوق الصوتية وتوجيهها مغناطيسياً في تجربة هي الأولى في التاريخ. تصنّع تلك الجزيئات المعدنية من الذهب والروثينيوم على شكل صواريخ تتجول داخل الخلايا وتقوم بالالتفاف و الاصطدام بغشاء الخلية من الداخل. وستحدث تلك التجربة طفرة في علم الأحياء وعلاج الأمراض.

شرائح إلكترونية تحاكي عمل الدماغ



نجح مهندسون أمريكيون في تصميم وتطوير شريحة إلكترونية تشبه في طريقة عملها وأدائها الخلايا العصبية الموجودة بالمخ البشري. وتتميز الشريحة الجديدة بقدرتها الفائقة على استرجاع كم كبير من المدخلات والمعلومات وتحليلها بشكل يشابه أسلوب عمل المخ البشري. يمكن لهذه التقنية مستقبلاً العمل على تحليل المعلومات الضخمة والمعقدة ودمج البيانات من أجهزة الاستشعار من جميع أنحاء العالم. كما نجح علماء آخرون في صناعة رقائق إلكترونية أسرع بـ ٩٠٠٠ مرة من أجهزة الحاسوب المتداولة وتستخدم طاقة أقل بكثير. ويتوقع أن تؤدي هذه الإنجازات إلى تحسين قدرات الذكاء الصناعي، وزيادة كفاءة الروبوتات الصناعية، وصناعة حواسيب جديدة بقدرات خارقة.

الخلايا الجذعية لعلاج مرض السكر

تمكن باحثون من إنتاج خلايا جذعية من الجلد في المختبر، ثم استخدامها لإنتاج خلايا البنكرياس القادرة على صناعة هرمون الأنسولين الذي يحول السكر في الدم إلى جلوكوز. فتحت هذه التجارب باب الأمل لعلاج مرض السكري بأخذ خلايا من جسم مرضى السكر وتحويلها لخلايا بنكرياس وإعادة زراعتها في الجسم، لتلافى محاربتها بواسطة جهاز المناعة.

المصادر :

http://www.arageek.com - http://arabic.rt.com - http://www.aljazeera.net

الرياضيات وعلم التعمية

د . أبو بكر خالد سعد الله

تعني كلمة التعمية (Cryptography) باللغة الإغريقية «الكتابة المخفية». ومهمتها تحويل النص الذي نريد إخفاء معانيه إلى نص آخر «مُعَمَّى» لا يمكن من خلاله التعرّف إلى النص الأصلي. وتنتهي هذه المهمة عندما تتضح كيفية استخراج المعمَّى، أي بلوغ النص الأصلي انطلاقا من المعمَّى. ونحن نحتاج إلى التعمية عندما يريد شخصان أو جهتان التواصل عبر قناة اتصال غير مأمونة الجانب، مثل الشبكات المعلوماتية والهواتف وغيرها، إذ يمكن للمرء أن يتصوّر أن هناك جهة ثالثة تريد التجسس عما يدور بين المتخاطبين أو المتعاملين. كما تهتم التعمية بتأمين سر المعلومات المخزّنة في مكان ما ضمن شبكات التواصل.

يمكن أن تتم التعمية بتبديل مواقع الحروف أو الكلمات في الجملة أو النص أو المعلومة أو حتى في مكوّنات صورة... كما تتم بطريقة أخرى تعتمد على «التعويض» (تعويض حرف بحرف ثانٍ، مثل الحرف «أ» بالحرف «ب» والحرف «ث» بالحرف «ت»...).

تعد التعمية اليوم فرعاً من فروع الرياضيات، وهي نوعان: أولهما بعيد عن التعمية الحديثة وهو تعمية المعاني بالتورية التي تعتمد على خبرة المتراسلين وعلاقاتهم فيما بينهم، أما النوع الثاني، فيركز على تعمية الحروف، بغض النظر عن معنى الكلمات والجمل معتبراً كل حرف بمنزلة رقم، ولذا فهو يخضع لقواعد دقيقة ترتبط بأدوات من المنطق الرياضي والرياضيات ذاتها. يركز هذا المقال على الدور الذي تؤديه الرياضيات في سبيل تطوير علم التعمية.

بدأت التعمية فنًّا في غابر العصور، ثم صارت تقنيةً، وأصبحت بعد ذلك علماً مستقلاً بقواعده وأدواته المختلفة. وغني عن البيان أنّ العرب والمسلمين كانوا في أوج حضارتهم السباقون إلى وضع أسس هذا العلم. وهذا ما يشهد به - مثلاً - مؤرخ علم التعمية الأمريكي **ديفد كاهن (David Kahn)** في كتابه (The code breakers) بقوله: «لم نجد في الكتابة السرية لدى كل الحضارات التي استعرضناها حتى الآن... أيَّ عمل واضح في استخراج المعمّى ... ومن ثـمّ فإن علم التعمية الذي يشمل علمي: التعمية واستخراج المعمّى لم يولد حتى هذا التاريخ (يقصد القرن السابع الميلادي) في جميع الحضارات التي استعرضناها بما فيها الحضارة الغربية ... ولد علم التعمية بشقّيه بين العرب، فقد كانوا أول من اكتشف طرق استخراج المعمّى. إن هذه الأمة التي انبثقت من الجزيرة العربية في الأعوام الستمائة، والتي أشعّت فوق مساحات من العالم المعروف، أخرجت بسرعة واحدة من أرقى الحضارات التي عرفها التاريخ حتى ذلك الوقت».

انتشرت التعمية اليوم في كل ميادين الحياة: الجيش، الأنظمة البنكية، الإنترنت (سيما البيع والشراء والتعرف إلى الأفراد بالتوقيع الرقمي والبصمة الإلكترونية...)، الهاتف النقال، البريد، قنوات التلفزة المشفرة وغير المشفرة، بطاقات التأمين الإلكترونية، التصويت الإلكتروني، الإدارات، إلخ.. ذلك أن كثافة وسائل الاتصال ووفرتها وتنوعها، وكذا التقدم العلمي الكبير في باب اختراق المعلومات والقرصنة كلها ظروف أدّت إلى ضرورة تطوير وسائل التعمية تطويراً لا يضاهى في سرعته ونوعيته.

توضيح مبسط لكيفية التعمية

من أبرز عناصر التعمية الآتي:-

- **النص الأصلي**

هو النص المصاغ بلغة واضحة، وهو الذي نريد إرساله إلى الطرف الثاني.

- **المفتاح**

المعلومة التي تسمح بتشفير النص وإزالة التشفير فيما بعد.

● **التشفير**

هو عملية التعمية التي يتم فيها تحويل نص رسالة (س) بحيث يصبح نصًّا غير مفهوم نسمّيه عندئذ «النص المعمّى». يعتمد التشفير على دالة (Function) رياضية نرمز إليها بـ (تا) تسمّى «دالة التشفير». وبفضل هذه الدالة نولّد نصًّا مشفَّرًا (أي النص المعمّى) م = تا(س).

● **إزالة التشفير**

هي عملية استرجاع النص الأصلي من الرسالة المشفرة. تعتمد العملية على دالة رياضية تسمى دالة «إزالة التشفير» نرمز إليها بـ (عا). ومن ثمّ يكون لدينا من الناحية الرياضية العلاقة التالية:

عا(م) = عا(تا(س)) = س

بمعنى أنّ الدالتين (عا) و(تا) متعاكستان، ولذا فتركيبهما كما تبيّن العلاقة السابقة يستعيد لنا النص الأصلي (س) بعد تعميته. أما من الناحية العملية فإن هناك دالتين (تا) و(عا) متعلقتان على التوالي بمفتاحين هما: مفتاح (ع) ومفتاح (خ).

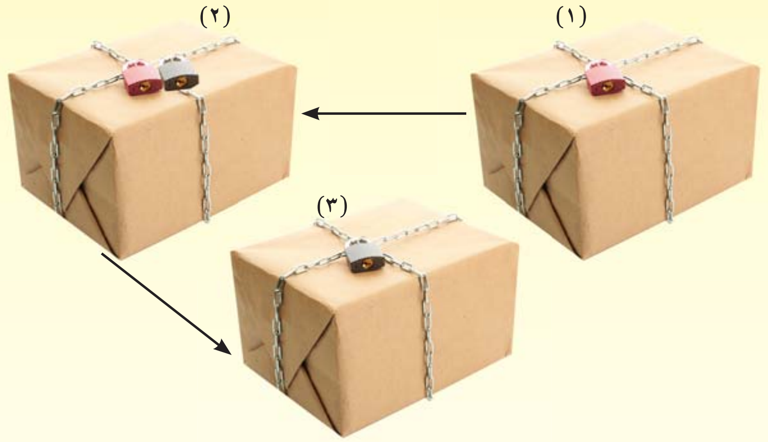
طُرق التعمية

تستعمل التعمية عدة طرق أبرزها :

● **التعمية المتناظرة**

هي التعمية ذات المفتاح السري، وتقوم على التشفير المتناظر ومبدؤها: أن يكون المفتاحان (ع) و(خ) المشار إليهما آنفا سريين، بل يمكن القول في هذه الحالة أن مفتاح التشفير هي نفسها مفتاح إزالة التشفير. تشمل هذه الطريقة عشرات الخوارزميات (أي طرقا مختلفة لتنفيذها حسابياً).

تتمثل ميزة هذه الطريقة في سرعتها، أما عيبها فيكمن في إشكالية توزيع المفتاح السري عندما يكون عدد مستقبلي الرسالة السرية كبيراً جداً. بمعنى: كيف يمكن توفير نفس المفتاح السري لعدد كبير من الناس دون خشية انكشاف السر خلال عملية توزيعها على نطاق واسع؟ من الناحية النظرية فالخوارزمية الآمنة تماماً في هذا السياق هي المعروفة باسم «خوارزمية لوحة المرة الواحدة» One-time pad، وتسمى أيضاً خوارزمية **فيرنام (Vernam)** (١٨٩٠-١٩٦٠م). لكن مفتاحها لا بد أن يكون



■ **مثال التعمية المتناظرة (إرسال الطرد).**

طوله يعادل أو يفوق طول النص المعمَّى وألا يستعمل هذا المفتاح إلا مرة واحدة... وهي كلها قيود شبه تعجيزية.

هناك سؤال طريف يطرح في هذا الباب: تصور أن ساعي بريد تعوّد الاطلاع على محتوى أي طرد إن لم يكن الطرد في صندوق مغلق بقفل! كيف يمكن أن يتم إرسال مثل هذا الطرد دون أن يطلع عليه ساعي البريد؟ الحل الجذري في سياق هذه الطريقة يتمثل في العمليات الآتية :

١- يرسل (أ) الطرد في صندوق مغلق بقفل إلى مراسله (ب) ويحتفظ بمفتاح القفل، ومن ثمّ فلا يمكن لساعي البريد فتحه خلال الطريق.

٢- عند تسليم الطرد إلى صاحبه (ب)، يضيف هذا الأخير قفلاً ثانياً ويحتفظ بمفتاح هذا القفل دون محاولة فتح القفل الذي وضعه (أ).

٣- يرسل الصندوق بقُفليْه إلى (أ). لاحظ أنه خلال هذه العملية لا يستطيع ساعي البريد فتح الصندوق، وسيسلمه كما هو إلى (أ).

٤- يقوم الآن (أ) بفتح قفله وإزالته دون المساس بالقفل الذي وضعه (ب).

٥- أخيراً يعيد (أ) إرسال الصندوق إلى (ب) والذي يفتح الصندوق بالمفتاح الذي احتفظ به... وكل ذلك دون أن يكون ساعي البريد قد اطلع على مضمون الصندوق!

● **التعمية اللامتناظرة**

هي التعمية ذات المفتاح العمومي، وفي هذه

الحالة يكون المفتاح (ع) عمومياً، وفي متناول الجميع، ويمكن لأي كان الاطلاع عليه واستخدامه، لكن لا تتم إزالة التشفير إلا بالحصول على المفتاح الخاص (خ) الذي يسلمه باعث الرسالة إلى من يريده أن يطلع على رسالته. تضم هذه الطريقة أكثر من عشرين خوارزمية.

العيب الأبرز في هذه الطريقة مقارنة بالسابقة هو أنها بطيئة.

● **طريقة أخرى**

تدمج بين الطريقتين السابقتين... كأن نمرّر الرسالة الأصلية على مفتاح سري (التعمية المتناظرة) ثم على مفتاح عمومي (التعمية اللامتناظرة)، ثم على مفتاح خاص حسب التعمية اللامتناظرة، ثم على مفتاح سري حسب التعمية المتناظرة.

دور الرياضيات في التعمية

تعتمد الطريقة الأكثر انتشاراً في التعمية على مفهومين في الرياضيات: أحدهما يندرج ضمن فرع نظرية الأعداد، والآخر يرتبط بالهندسة ومنحنياتها المسمّاة: المنحنيات الناقصية (Elliptic curves).

● **دور الأعداد في التعمية**

يقوم مبدأ التعمية عموماً، وبوجه خاص طريقة المفتاح العمومي على خواص الأعداد الطبيعية الأولية، وهي تلك الأعداد التي لا تقبل القسمة على عدد سوى على (١) وعلى نفسها: وهي: ٢، ٣، ٥، ٧، ١١، ١٣، ١٧، ١٩، ٢٣... جدول (١).

يعلم الرياضيون منذ القدم أن قائمة هذه الأعداد غير منتهية. والمعضلة التي لا زلت قائمة إلى اليوم هي تحديد العلاقات والقواعد التي تربط هذه الأعداد فيما بينها. هل يمكن توقع اللحظة التي يبرز فيها عدد أولي مثلاً عندما نردد الأعداد الطبيعية الواحد تلو الآخر؟ لا! لم يستطع أي شخص لحد الساعة تأكيد ذلك.

حاول، إن شئت، استنتاج قاعدة ما بالنظر إلى الجداول (٢)، (٣)، (٤) التي تظهر جملة من الأعداد الأولية وتوزيعها بين الأعداد الأخرى.

لا يتعلق الأمر فحسب باستنتاج خصوصيات الأعداد الأولية وتوزيعها بناء على جهد العين المجردة، بل الصعوبة تظل قائمة حتى عند استخدام كل الوسائل المتاحة، بما فيها أقوى الحواسيب المتوفرة اليوم... بل حتى عندما تعمل تلك الآلات مندمجة بالآلاف ومرتبطة فيما بينها بحثاً عن الأعداد الأولية الكبيرة وتحديد مواقعها.

بطبيعة الحال فقد وجد علماء الرياضيات العديد من الخواص التي تتمتع بها الأعداد الأولية لكنها لا تسمح بالتعرف إليها بسهولة عندما نبحث عن الأعداد الكبيرة منها. على سبيل المثال تبيّن لهؤلاء الباحثين أنه كلما كبرت الأعداد تقلص عدد الأعداد الأولية، فمثلاً هناك ١٦٨ عدداً أولياً من بين الأعداد الطبيعية الأصغر من ألف، وهو ما معدله ١٦,٨٪، ثم تتقلص هذه النسبة إلى ١٣,٥٪ في قائمة الأعداد الطبيعية المحصورة بين ألف وألفين. وتنتقل هذه النسبة إلى ١٢,٧٪ بين ألفين وثلاثة آلاف، ثم إلى ١٢٪ بين ثلاثة آلاف وأربعة آلاف.

وهناك خاصية أخرى بالغة الأهمية تتعلق بما يسمّى بأعداد **مرسين (Mersenne)** (١٥٨٨م-١٦٤٨م)، وهي الأعداد التي تكتب على الشكل $٢^{ن}-١$ حيث (ن) عدد طبيعي. لقد تم البرهان على أنه إذا لم يكن (ن) عدداً أولياً فلا يمكن أن يكون عدد **مرسين** $٢^{ن}-١$ الموافق له أولياً.

سمحت أعداد **مرسين**، جدول (٤)، باكتشاف أكبر الأعداد الأولية المعروفة لحد الآن. ذلك أن هناك خوارزمية تدعى اختبار الأولية لـ «لوكاس-لهمير» (Lucas–Lehmer primality test) تسهل كثيراً تحديد أعداد **مرسين** الأولية. نؤكد هنا على أن هذه الخوارزمية «تسهل» المهمة لكنها لا تحل المشكلة إذ إنه لم يكتشف بهذه الطريقة

الترتيب	العدد الأولي	الترتيب	العدد الأولي	الترتيب	العدد الأولي	الترتيب	العدد الأولي
١	٢	٢٦	١٠١	٥١	٢٣٣	٧٦	٣٨٣
٢	٣	٢٧	١٠٣	٥٢	٢٣٩	٧٧	٣٨٩
٣	٥	٢٨	١٠٧	٥٣	٢٤١	٧٨	٣٩٧
٤	٧	٢٩	١٠٩	٥٤	٢٥١	٧٩	٤٠١
٥	١١	٣٠	١١٣	٥٥	٢٥٧	٨٠	٤٠٩
٦	١٣	٣١	١٢٧	٥٦	٢٦٣	٨١	٤١٩
٧	١٧	٣٢	١٣١	٥٧	٢٦٩	٨٢	٤٢١
٨	١٩	٣٣	١٣٧	٥٨	٢٧١	٨٣	٤٣١
٩	٢٣	٣٤	١٣٩	٥٩	٢٧٧	٨٤	٤٣٣
١٠	٢٩	٣٥	١٤٩	٦٠	٢٨١	٨٥	٤٣٩
١١	٣١	٣٦	١٥١	٦١	٢٨٣	٨٦	٤٤٣
١٢	٣٧	٣٧	١٥٧	٦٢	٢٩٣	٨٧	٤٤٩
١٣	٤١	٣٨	١٦٣	٦٣	٣٠٧	٨٨	٤٥٧
١٤	٤٣	٣٩	١٦٧	٦٤	٣١١	٨٩	٤٦١
١٥	٤٧	٤٠	١٧٣	٦٥	٣١٣	٩٠	٤٦٣
١٦	٥٣	٤١	١٧٩	٦٦	٣١٧	٩١	٤٦٧
١٧	٥٩	٤٢	١٨١	٦٧	٣٣١	٩٢	٤٧٩
١٨	٦١	٤٣	١٩١	٦٨	٣٣٧	٩٣	٤٨٧
١٩	٦٧	٤٤	١٩٣	٦٩	٣٤٧	٩٤	٤٩١
٢٠	٧١	٤٥	١٩٧	٧٠	٣٤٩	٩٥	٤٩٩
٢١	٧٣	٤٦	١٩٩	٧١	٣٥٣	٩٦	٥٠٣
٢٢	٧٩	٤٧	٢١١	٧٢	٣٥٩	٩٧	٥٠٩
٢٣	٨٣	٤٨	٢٢٣	٧٣	٣٦٧	٩٨	٥٢١
٢٤	٨٩	٤٩	٢٢٧	٧٤	٣٧٣	٩٩	٥٢٣
٢٥	٩٧	٥٠	٢٢٩	٧٥	٣٧٩	١٠٠	٥٤١

■ جدول (١) قائمة المائة الأولى من الأعداد الأولية حسب ترتيبها.

الترتيب	العدد الأولي
١٠	٢٩
١٠٠	٥٤١
١٠٠٠	٧٩١٩
١٠٠٠٠	١٠٤٧٢٩
١٠٠٠٠٠	١٢٩٩٧٠٩
١٠٠٠٠٠٠	١٥٤٨٥٨٦٣

■ جدول (٢) قائمة الأعداد الأولية التي يحمل ترتيبها رقما مضاعفاً لـ ١٠.

٤٨٠١٧	٤٨٢٤٧	٤٨٤٧٣	٤٨٦٤٩	٤٨٨٤٧	٤٩٠٠٣	٤٩١٧٧	٤٩٣٩١	٤٩٥٥٩	٤٩٧٨٧	٤٩٩٩١
٤٨٠٢٣	٤٨٢٥٩	٤٨٤٧٩	٤٨٦٦١	٤٨٨٥٧	٤٩٠٠٩	٤٩١٩٣	٤٩٣٩٣	٤٩٥٩٧	٤٩٧٨٩	٤٩٩٩٣
٤٨٠٢٩	٤٨٢٧١	٤٨٤٨١	٤٨٦٧٣	٤٨٨٥٩	٤٩٠١٩	٤٩١٩٩	٤٩٤٠٩	٤٩٦٠٣	٤٩٨٠١	٤٩٩٩٩
٤٨٠٤٩	٤٨٢٨١	٤٨٤٨٧	٤٨٦٧٧	٤٨٨٦٩	٤٩٠٣١	٤٩٢٠١	٤٩٤١١	٤٩٦١٣	٤٩٨٠٧	
٤٨٠٧٣	٤٨٢٩٩	٤٨٤٩١	٤٨٦٧٩	٤٨٨٧١	٤٩٠٣٣	٤٩٢٠٧	٤٩٤١٧	٤٩٦٢٧	٤٩٨١١	
٤٨٠٧٩	٤٨٣١١	٤٨٤٩٧	٤٨٧٣١	٤٨٨٨٣	٤٩٠٣٧	٤٩٢١١	٤٩٤٢٩	٤٩٦٣٣	٤٩٨٢٣	
٤٨٠٩١	٤٨٣١٣	٤٨٥٢٣	٤٨٧٣٣	٤٨٨٨٩	٤٩٠٤٣	٤٩٢٢٣	٤٩٤٣٣	٤٩٦٣٩	٤٩٨٣١	
٤٨١٠٩	٤٨٣٣٧	٤٨٥٢٧	٤٨٧٥١	٤٨٩٠٧	٤٩٠٥٧	٤٩٢٥٣	٤٩٤٥١	٤٩٦٦٣	٤٩٨٤٣	
٤٨١١٩	٤٨٣٤١	٤٨٥٣٣	٤٨٧٥٧	٤٨٩٤٧	٤٩٠٦٩	٤٩٢٦١	٤٩٤٥٩	٤٩٦٦٧	٤٩٨٥٣	
٤٨١٢١	٤٨٣٥٣	٤٨٥٣٩	٤٨٧٦١	٤٨٩٥٣	٤٩٠٨١	٤٩٢٧٧	٤٩٤٦٣	٤٩٦٦٩	٤٩٨٧١	
٤٨١٣١	٤٨٣٧١	٤٨٥٤١	٤٨٧٦٧	٤٨٩٧٣	٤٩١٠٣	٤٩٢٧٩	٤٩٤٧٧	٤٩٦٨١	٤٩٨٧٧	
٤٨١٥٧	٤٨٣٨٣	٤٨٥٦٣	٤٨٧٧٩	٤٨٩٨٩	٤٩١٠٩	٤٩٢٩٧	٤٩٤٨١	٤٩٦٩٧	٤٩٨٩١	
٤٨١٦٣	٤٨٣٩٧	٤٨٥٧١	٤٨٧٨١	٤٨٩٩١	٤٩١١٧	٤٩٣٠٧	٤٩٤٩٩	٤٩٧١١	٤٩٩١٩	
٤٨١٧٩	٤٨٤٠٧	٤٨٥٨٩	٤٨٧٨٧		٤٩١٢١	٤٩٣٣١	٤٩٥٢٣	٤٩٧٢٧	٤٩٩٢١	
٤٨١٨٧	٤٨٤٠٩	٤٨٥٩٣	٤٨٧٩٩		٤٩١٢٣	٤٩٣٣٣	٤٩٥٢٩	٤٩٧٣٩	٤٩٩٢٧	
٤٨١٩٣	٤٨٤١٣	٤٨٦١١	٤٨٨٠٩		٤٩١٣٩	٤٩٣٣٩	٤٩٥٣١	٤٩٧٤١	٤٩٩٣٧	
٤٨١٩٧	٤٨٤٣٧	٤٨٦١٩	٤٨٨١٧		٤٩١٥٧	٤٩٣٦٣	٤٩٥٣٧	٤٩٧٤٧	٤٩٩٣٩	
٤٨٢٢١	٤٨٤٤٩	٤٨٦٢٣	٤٨٨٢١		٤٩١٦٩	٤٩٣٦٧	٤٩٥٤٧	٤٩٧٥٧	٤٩٩٤٣	
٤٨٢٣٩	٤٨٤٦٣	٤٨٦٤٧	٤٨٨٢٣		٤٩١٧١	٤٩٣٦٩	٤٩٥٤٩	٤٩٧٨٣	٤٩٩٥٧	

■ جدول (٣) قائمة الأعداد الأولية المحصورة بين ٤٨٠٠٠ و٥٠٠٠٠ .

سوى ٤٨ عددًا أوليًّا من هذا القبيل، وآخر عدد تم التعرف إليه يبلغ عدد أرقامه ١٧٤٢٥١٧٠ رقمًا إذا ما كتب في النظام العشري المتداول (أي أكثر من ١٧ مليون رقم). وعندما نتكلم عن الأعداد الكبيرة فلا بدّ أن يدرك القارئ كم يبلغ طول هذا الرقم عندما نضع كل رقم منه في ميلمتر واحد. إن كتابته تتطلب سطرًا طوله يفوق ١٧ كلم! أمّا إذا أردت كتابته بشكل أعداد مرسين فيمكنك التعبير عنه بـ ($٢^{٥٧٨٨٥١٦١}$–١).

ربما يقول بعضهم: «يا أسفاه على هذا الجهل بالإعداد» !! لكن خبير التعمية يصيح ويقول : «ما أسعدنا اليوم بجهلنا توزيع هذه الأعداد ضمن بقية الأعداد الطبيعية» ! لماذا؟ بكل بساطة، نجيب : كلما سهل التعرف إلى الأعداد الأولية الكبيرة كلما فقد خبراء التعمية السيطرة على تأمين أسرارنا.

يتساءل تلاميذنا دائمًا لماذا يطلب منهم، في التمارين الحسابية، تفكيك عدد طبيعي إلى عوامل أولية مثل: ١٥=٣×٥، ٣٦=٢×٢×٣×٣ ، ٣٨=٢×١٩.

إنهم لا يعلمون أن فكرة تفكيك الأعداد الطبيعية إلى عوامل أولية هي أساس المفتاح العمومية في التعمية! بل إن دراسة خواص هذه الأعداد تعمقت منذ ١٩٨٠ بعد أن تم اكتشاف دورها الفعال في تقنيات التعمية. وهكذا ندرك مرة أخرى أنّ الرياضيات الأكثر تجريدًا يمكنها أن تكون أساسًا لتطبيقات ملموسة.

● كيفية استعمال هذه الأعداد في التعمية؟

من المعلوم أنّه كلما كان العدد الطبيعي كبيراً صعب تفكيكه إلى عوامل أولية. خذ مثلاً عدد مرسين ($٢^{٦١١٦٩٧٨٥٧٨٨٥}$–١) وحاول تفكيكه إلى عوامل أوليّة. تصوّر مثلاً أنك سئلت عن تفكيك عدد طبيعي يبلغ عدد أرقامه ١٥٠٠ رقم وليس ملايين الأرقام كما أسلفنا. نحن نستطيع عادة القيام بهذه العملية اعتماداً على الطرق التقليدية، مستنجدين بالحاسوب إذا كان عدد أرقام العدد المطلوب لا يتجاوز كثيراً ١٥ رقماً. باستعمال وسائل ضخمة مثل استخدام آلاف الحواسيب، المنتشرة عبر العالم والمترابطة فيما بينها من خلال شبكة الإنترنت، وعبر شبكات داخلية مؤمنة، تمكّن الرياضيون منذ بضع سنوات من تفكيك عدد صعب المعالجة لا يتجاوز عدد أرقامه ١٥٠ رقمًا. ولذلك فإن مسألة تفكيك الأعداد الكبيرة تمثل للمختصين في نظرية الأعداد تحديًّا حقيقيًّا ودائمًا.

تعتمد فكرة استخدام الأعداد الأولية في مجال التعمية – وبصفة خاصة في المراسلة بواسطة المفتاح العمومي – على ملاحظتين أساسيتين:

١- إنّه من السهل – نسبيّاً – إيجاد عددين أوليين كبيرين (أ)، (ب) ثم اعتبار جدائهما ج = (أ × ب) وحسابه. هذا الحساب لا يكون أحياناً بكتابته رقماً رقماً بالنظام العشري. مثال ذلك: جداء عددي مرسين ($٢^{٤٢٦٤٣٨٠١}$–١) و($٢^{٤٣١١٢٦٠٩}$–١) اللذين يبلغ عدد أرقام كل منهما نحو ١٣ مليون رقم... فكتابة الجداء سيتطلب عشرات وعشرات الكيلومترات.

٢- إنه من الصعب جداً اتّباع المسلك المعاكس، أي تحديد العددين (أ)، (ب) انطلاقاً من معرفتنا للعدد الكبير (ج). هذه الصعوبة، بل هذه «الاستحالة» العملية، هي التي تضمن استحالة استخراج المعمّى في المراسلات بالمفاتيح العمومية من طرف الجواسيس والمخترقين حتى لو علموا بقيمة العدد (ج). وهذا ما يسعد خبراء التعمية!

قيمة الأس (ن)	عدد أرقام عدد مرسين	قيمة الأس (ن)	عدد أرقام عدد مرسين	قيمة الأس (ن)	عدد أرقام عدد مرسين	قيمة الأس (ن)	عدد أرقام عدد مرسين
٢	١	٥٢١	١٥٧	٢١ ٧٠١	٦ ٥٣٣	٣ ٠٢١ ٣٧٧	٩٠٩ ٥٢٦
٣	١	٦٠٧	١٨٣	٢٣ ٢٠٩	٦ ٩٨٧	٦ ٩٧٢ ٥٩٣	٢ ٠٩٨ ٩٦٠
٥	٢	١ ٢٧٩	٣٨٦	٤٤ ٤٩٧	١٣ ٣٩٥	١٣ ٤٦٦ ٩١٧	٤ ٠٥٣ ٩٤٦
٧	٣	٢ ٢٠٣	٦٦٤	٨٦ ٢٤٣	٢٥ ٩٦٢	٢٠ ٩٩٦ ٠١١	٦ ٣٢٠ ٤٣٠
١٣	٤	٢ ٢٨١	٦٨٧	١١٠ ٥٠٣	٣٣ ٢٦٥	٢٤ ٠٣٦ ٥٨٣	٧ ٢٣٥ ٧٣٣
١٧	٦	٣ ٢١٧	٩٦٩	١٣٢ ٠٤٩	٣٩ ٧٥١	٢٥ ٩٦٤ ٩٥١	٧ ٨١٦ ٢٣٠
١٩	٦	٤ ٢٥٣	١ ٢٨١	٢١٦ ٠٩١	٦٥ ٠٥٠	٣٠ ٤٠٢ ٤٥٧	٩ ١٥٢ ٠٥٢
٣١	١٠	٤ ٤٢٣	١ ٣٣٢	٧٥٦ ٨٣٩	٢٢٧ ٨٣٢	٣٢ ٥٨٢ ٦٥٧	٩ ٨٠٨ ٣٥٨
٦١	١٩	٩ ٦٨٩	٢ ٩١٧	٨٥٩ ٤٣٣	٢٥٨ ٧١٦	٣٧ ١٥٦ ٦٦٧	١١ ١٨٥ ٢٧٢
٨٩	٢٧	٩ ٩٤١	٢ ٩٩٣	١ ٢٥٧ ٧٨٧	٣٧٨ ٦٣٢	٤٢ ٦٤٣ ٨٠١	١٢ ٨٣٧ ٠٦٤
١٠٧	٣٣	١١ ٢١٣	٣ ٣٧٦	١ ٣٩٨ ٢٦٩	٤٢٠ ٩٢١	٤٣ ١١٢ ٦٠٩	١٢ ٩٧٨ ١٨٩
١٢٧	٣٩	١٩ ٩٣٧	٦ ٠٠٢	٢ ٩٧٦ ٢٢١	٨٩٥ ٩٣٢	٥٧ ٨٨٥ ١٦١	١٧ ٤٢٥ ١٧٠

■ جدول (٤) أعداد مرسين ذات الشكل ($٢^{ن}$–١) المكتشفة حتى الآن.

لا بدّ من الإشارة في هذا السياق، بخصوص الأعداد الأولية، إلى أنّ دور نظرية الأعداد في مجال التعمية يطرح أمام الرياضيين قضايا تخص أدبيات المهنة. فعلى سبيل المثال، إذا اكتشف أحدهم طريقة أكثر فعالية من الطرق السابقة، تمكن من تفكيك الأعداد الطبيعية إلى عوامل أولية، ماذا عليه أن يفعل؟ هل يبعث بها إلى أعلى سلطة في البلاد أو يعرضها أمام الجمهور في ندوة صحفية حتى لا يستغلها أحد ضد الآخرين؟ أو يبيعها إلى من يدفع أكثر؟! ذلك جزء من بعض التساؤلات التي يطرحها تطور علم التعمية على الباحثين في هذا الحقل.

كيف يتم إنشاء مفاتيح التعمية بين طرفين (أ) و(ب): (أ) يتكفل بإنشاء المفاتيح. وهو لا يتدخل في كلّ عملية تشفير، ذلك أنه بالإمكان إعادة استعمال نفس المفاتيح. هناك صعوبة أولى تواجه المتعاملين تتمثل في تأكد الطرف (ب) بأن المفتاح العمومي هو فعلا مفتاح الطرف (أ). والواقع أن المفاتيح لا يغيّرها أصحابها إلا إذا شعر أحد المتعاملين بأن المفتاح الخاص في خطر (أي أنه اخترق أو على وشك الاختراق). ويوصي الخبراء عمومًا بتبديل المفاتيح دوريًّا في كل الأحوال.

إليك طريقة استعمال الأعداد الأولية في الطريقة الأكثر انتشاراً (وهي الطريقة ٢ المشار إليها أعلاه):

١- يتم اختيار عددين أوليين كبيرين مختلفين (س)، (ع).

٢- حساب جدائهما (ج) = (س × ع).

٣- حساب العدد قا(ج) = (س-١) ×(ع-١).

٤- اختيار عدد طبيعي أولي (هـ) مع العدد السابق قا(ج) يكون أصغر تمامًا من قا(ج). يسمّى هذا العدد «أس التشفير» (نذكّر أن عددين يكونان أوليين فيما بينهما إذا لم يكن لهما قاسم مشترك غير ١. مثال ذلك: ٩ و١٤؛ ٣٤ و ٣٧...).

٥- حساب العدد الطبيعي (د) «مقلوب العدد (هـ) بترديد قا(ج)» بحيث يكون العدد (د) أصغر تماماً من قا(ج). يسمى العدد (د) «أس فك التشفير». القول «(د) مقلوب العدد (هـ) بترديد قا(ج)» يعني وجود عدد صحيح (ك) يحقق علاقة بيزو (Bezout) الشهيرة:-

هـ.د + ك. قا(ج) =١

علما أن هناك نظرية تؤكد وجود عددين (د) و(ك) يحققان هذه المعادلة بل إن لها أكثر من حل، ولذا أضيف آنفًا الشرط القائل إن (د) ينبغي أن يكون أصغر تماما من العدد قا(ج).

نلاحظ أن هناك خوارزمية شهيرة تسمّى «خوارزمية أقليدس الموسعة» تمكن من حساب العدد (د).

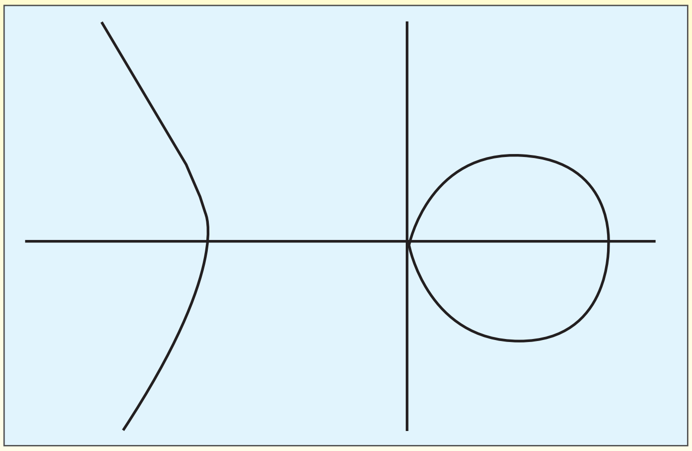
في هذه العملية، تمثل الثنائية (ج، هـ) المفتاح العمومي الذي يكون في متناول الجميع. بينما تمثل الثنائية (ج، د) المفتاح الخاص. لاحظ أن العدد (ج) معلوم لدى العامّة والخاصة. لكن (د) ليس معلومًا عند العامة، وتحديده يتطلب معرفة قا(ج). ولا يمكن معرفة قا(ج) ما لم نعلم العددين الأوليين (س) و(ع) حتى لو عُلم العدد (هـ)!.

نشير في الأخير إلى إن كل الرسائل التي تستخدم طريقة المفتاح العمومي تكتب بأعداد طبيعية، كل منها محصور بين ١ و ج-١ (حيث ج هو العدد الوارد ذكره في المرحلة ٢ المبينة آنفا). قد لا تكون عملية تشفير نصوص الرسائل بوساطة مخطط يستعمل الأعداد الطبيعية عملية واضحة لكننا نستطيع تصور أن كل حرف من الرسالة ممثل بعدد طبيعي (ذلك ما هو معمول به). نلاحظ كذلك أن أنظمة التشفير المطبقة في أجهزة الحاسوب ممثلة كلها في معطيات كتبت بنظام ثنائي (أي تستعمل الرقمين ٠ و ١ لا غير). لا ننسى أننا عندما نرقن نصًّا على الحاسوب ونضغط على زر أي حرف من الأبجدية فنحن في الواقع نسجّل عددًا طبيعيًّا معيّنًا لكنه لا يظهر على الشاشة بل يظهر مكانه الحرف المرقون.

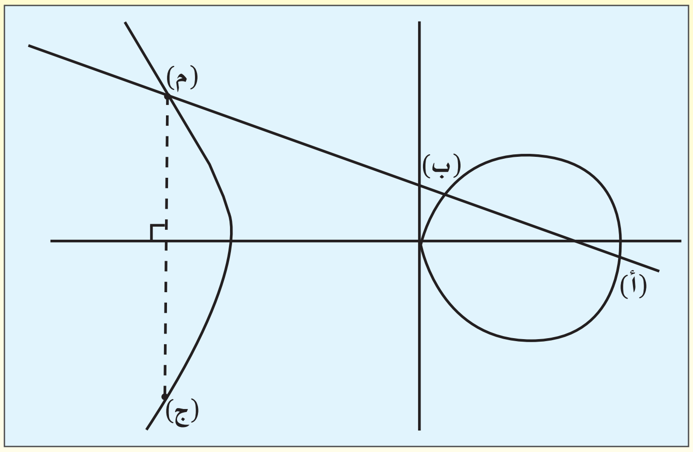
● **دور الهندسة في التعمية**

المنحنيات الناقصية، شكل (١)، فئة من المنحنيات الهندسية التي تعرف رغم ذلك بـ«المنحنيات الجبرية» (Algebraic curves). هذه المنحنيات هي تلك التي يمكن كتابة معادلاتها في شكل «كثير حدود=٠»، مثل المعادلة ع٢ - س٣ + ٣س = ٠ ومثل المخروطات. نجد استخدامات عديدة للمنحنيات الناقصية سيما في الميكانيكا وعلم التعمية حيث تقدم خدمة لا مثيل لها في باب البحث عن العوامل الأولية لعدد طبيعي (أي البحث عن تفكيك عدد صحيح كيفي إلى جداء أعداد أولية). وقد رأينا آنفًا أهمية هذا التفكيك.

والواقع أن المنحنيات الناقصية ليست لها علاقة مباشرة بالقطع الناقص (Ellipse)، وهو الشكل الشهير في الهندسة الشبيه بشكل بالبيضة، وإنما علاقته أكبر مع ما يعرف بالتكاملات الناقصية (Elliptic integrals). ولماذا هذا الاسم بالذات؟ لأن هذا النوع من التكاملات يسمح بحساب أطوال أجزاء من



■ شكل (١) منحنى ناقصي.



■ شكل (٢) كيفية جمع نقطتين من منحنى ناقصي : أ + ب = ج

القطوع الناقصية !

تتميز المنحنيات الناقصية بأننا نستطيع أن نعرّف على مجموعة نقاطها عملية جمع (نلاحظ أن هذه الخاصية غير متوفرة في كل المنحنيات)، فعندما نقطع هذا النوع من المنحنيات، الشكل (٢) بمستقيم يمرّ بنقطتين (أ) و (ب) من المنحنى فهو يقطعه أيضًا في نقطة ثالثة هي (م). عندئذ نعرّف مجموع النقطتين (أ + ب) بأنه نظير النقطة الثالثة م بالنسبة للمحور الأفقي، أي أن (أ + ب = ج) (انظر موقع النقطة (ج) في الشكل (٢).

تستخدم هذه الخاصية بكثافة في عملية التشفير، فمثلاً إذا أراد محمد مراسلة عمر سرًّا فعليهما القيام بما يلي :

١- الاتفاق أولاً على اختيار منحنى ناقصي معيّن (ي)، مثلاً المنحنى المبيّن في الشكلين أعلاه. هناك إمكانيات لا حصر لها لإجراء هذا الاختيار لأن عدد هذه المنحنيات غير منتهٍ.

٢- يحدد محمد وعمر معًا نقطة (ن) على (ي).

٣- بعد ذلك يختار كلّ منهما على حدة وبصفة سرية عددًا طبيعيًّا لا يبوحان به.

٤- كلٌّ من العددين المختارين توافقه نقطة على المنحنى (ي) مرتبطة بالنقطة (ن). نرمز بـ (أ) لنقطة محمد وبـ (ب) لنقطة عمر.

٥- يُعلم محمد عمر بالنقطة (أ) كما يُعلم عمر محمد بالنقطة (ب).

٦- بعد ذلك يمكن لكلٍّ منهما القيام بعملية حسابيّة معيّنة (محمد يجريها بناء على معرفته للنقاط (ن)، (أ)، (ب) والعدد - السري- الذي اختاره؛ أمّا عمر فيجري العملية بناء على النقاط الثلاث نفسها وعلى العدد -السري- الذي اختاره).

٧- يؤدي هذا الحساب من الجهتين إلى النتيجة نفسها، وهي تحديد نقطة معيّنة على المنحنى (ي). هذه النقطة هي المفتاح السرّي لهما!

نلاحظ أن الحساب السابق ممكن بفضل ما أشرنا إليه في الشكل (٢) بخصوص تعريف عملية الجمع على المنحنيات الناقصية. وحتى ندرك أهمية الرياضيات البحتة في هذا السياق ننبه إلى أن هذه الحسابات لها صلة مباشرة بالبُنى الجبرية الأساسية المنبثقة عن نظرية المجموعات وهي مفاهيم الزمرة والحلقة والحقل التي يدرسها طلاب الجامعات في كليات العلوم دراسة نظرية دون أن يدركوا مدى تطبيقاتها في الميدان.

خاتمة

مشوار التعمية لم ينته بعد، والبحوث- بما فيها رسائل الدكتوراه- في الأعداد وصلتها بالتشفير ما زالت كل يوم تأتي بالجديد، وبالموازاة مع ذلك هناك بحوث جارية على قدم وساق في عديد الدول المتقدمة حول ما يعرف بالتعمية الكمومية (Quantum Cryptography). إنه موضوع شائك وخطير : شائك لأنه يسعى إلى تجاوز العقبات التي تطرحها الأعداد الأولية في تطوير وسائل التعمية، وخطير لأنه لو تحقق هذا المبتغى لأصبح كل ما نعدّه سرًّا الآن في متناول من هبّ ودبّ من الناس، ولذا لا يسعنا إلا أن نأمل في أن يطيل الله عمر عقبات الأعداد الطبيعية والمنحنيات الناقصية !

المراجع

١- سعد الله، أبوكر خالد (٢٠٠٥). عالَم الرياضيات. الجزائر: دار هومة.

٢- مراياتي، محمد؛ مير علم، يحيى؛ حسان الطيان، محمد (١٩٩٢). علم التعمية واستخراج المعمّى عند العرب : أبحاث الندوة العالمية الرابعة لتاريخ العلوم عند العرب، ج ١. حلب : معهد التراث العلمي العربي. ص ٢٧-٥٨.

3. Cerf N. & Gisin N. (2000). Les promesses de l›information quantique, La Recherche, 327 : 46-53.

4. Diffie W.& Hellman M.E. (1976). New directions in cryptography. In IEEE Transactions on information theory, Vol. IT-22 : 644-654.

5. Gary C. Kessler. An Overview of Cryptography, http://www.garykessler.net/library/crypto.html

6. Kahn D. (1980). La guerre des codes secrets. Paris: InterEditions.

7. Klein P.N. (2014) A Cryptography primer: Secrets and promises, Cambridge University Press, New York.

8. Rivest, R. (1999). Pour la libéralisation de la cryptographie, Pour la Science, 260 : 101-106.

9. Rivest, R.; Shamir, A. & Adleman L. (1978, February). A method for obtaining digital signatures and public key cryptosystems. Communications of the ACM. : 120-126.

10. Singh S. (1999). Histoire des codes secrets, Paris : LC Lattès.

الرياضيات وعالم الاتصالات

إبراهيم الأحمدى إبراهيم

لم يعد خافيًا على أحد أن من يمتلك ناصية علم الرياضيات فهو الحاكم والمسيطر على علوم التقنية والاتصالات في شتى مجالات الحياة أرضًا وبحرًا وجوًا، ففي ظل التدفق المعلوماتي، وثورة الاتصالات التي يشهدها العالم اليوم، تغير مفهوم فكر الأمم من احتلال وسيطرة على أراضي وحدود جغرافية، إلى احتلال فكري ومعلوماتي يسيطر ويتحكم في عقول أمم وشعوب خارج نطاق جغرافيتها، عبر السماوات المفتوحة دونما تحريك لجندي واحد، و سلاحها علم الرياضيات بفروعه العديدة التي توغلت في كل العلوم الفيزيائية والهندسية والطبية، مرورا بعلم الاتصالات.

كذلك لم تسلم العلوم الإنسانية نفسها، فقد اقتحمها علم الرياضيات، وأصبحت معادلاته تفسر ظواهر كونية وطبية وإنسانية؛ فلولاه لما تكشفت حقائق كثيرة ولا أُميط اللثام عن كنية تلك الظواهر التي كان بعضهم في حقبة زمنية سالفة يعدّها من الغيبيات وأحلام اليقظة، وضرب من الخيال العلمي، لكن بفضل الرياضيات أصبح ما كان غيبياً وحلم يقظة في الماضي، حقيقة دامغة الآن، ما أعطى لعلم الرياضيات الريادة في قيادة العالم؛ لأنها إمبراطورية متراكمة المعرفة، وبناء محكم بصيغة العقل على أسس من المسلمات والخوارزميات المبنية على المنطق الرياضي، ونظرية الاحتمالات، وفروع أخرى لعلم الرياضيات.

يستعرض هذا المقال مساهمة علم الرياضيات في علوم الاتصالات بأشكالها المختلفة.

النظام الثنائي والاتصالات

يوجد في الرياضيات أنظمة مختلفة للعد منها على سبيل المثال:

١- نظام العد العشري (Decimal System) والمعرّف بمجموعة الأرقام { 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 }.

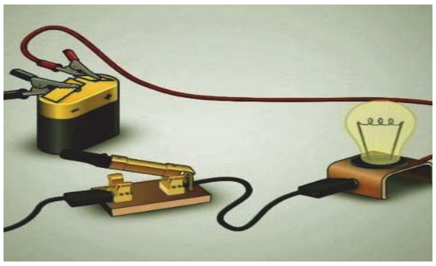
٢- نظام العد الثنائي (Binary System) ورقماه هما { 0 . 1 }.

٣- نظام العد الثُماني (Octal System) ومجموعة أرقامه { 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 }.

٤- نظام العد السادس عشر ومجموعة أرقامه { 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . F . E . D . C . B . A }.

- **مفهوم العد الثنائي**

يدل رقما العدّ الثنائي (صفر، وواحد) على الشيء ونقيضه، وهما أساس كل نظم الاتصالات التقنية الموجودة على الكرة الأرضية، ويتحكمان بصورة مباشرة في حياتنا؛ لما لهما من عظيم الأثر في التوصل إلى أساليب الاتصال والحساب فائقة السرعة، التي تمكننا من التوصل إلى حلول كثيرة لمشكلاتنا، خصوصًا تقنية الاتصالات، فكل ما حولنا يتحكم فيه هذان الرقمان الساحران، ومن هنا جاءت تسميته بالنظام الثنائي. لتقريب مفهوم هذا النظام، هب أنه أمامنا مصباح كهربائي، فهناك حالتان لا ثالث لهما: إما حالة الإضاءة، وإما حالة الإطفاء!. فإذا رمزنا لحالة الإضاءة بالرمز (١) فإن حالة الإطفاء نرمز لها بالرمز (٠)، وبهذا المثال المبسط سوف أضعك على عتبات هذا النظام كي تفهم كيف تؤدي به



■ المصباح مثال على النظام الثنائي.

كل الأجهزة من تليفزيون، وكاميرات رقمية، وهاتف محمول، وملفات نصوص وموسيقى وفيديو، وتشفير الملفات للحفاظ على السرية وانتهاك الخصوصية، أوامرنا استناداً إلى المنطق الرياضي والاحتمالات.

عند كتابة العدد باللغة المستخدمة في النظام الثنائي فإنه يلزم كتابة الرقم إما صفر (٠) أو واحد (١)- اللغة المستخدمة في النظام الثنائي التي تتعرف إليها أجهزة الاتصالات كافة- فمثلاً عند كتابة العدد ٢$^{(١١١٠٠)}$ فإن تحويله إلى النظام العشري، بحيث يكون لكل خانة عبارة عن الرقم ٢ بأس صحيح، فيكون للعدد ٢$^{(١١١٠٠)}$ قيمة بالنظام العشري وفقاً لما يأتي:

٢$^{(١١١٠٠)}$ = ٠ × ٢^{٠} + ٠ × ٢^{١} + ١ × ٢^{٢} + ١ × ٢^{٣} + ١ × ٢^{٤}

= ٠ + ٠ + ٤ + ٨ + ١٦ = ٢٨

وإذا كتبت العدد ١٠ $^{(١٣٥)}$ في (النظام العشري) - النظام الذي تكتب به على لوحة مفاتيح هاتفك الجوال - فإنه يتحول إلى لغة الآلة كالآتي:

- نقسم العدد على ٢ فنحصل على باقي للقسمة، فيكون هذا الباقي هو رقم الخانة الأولى.
- نقسم ناتج القسمة السابق على ٢، فيكون باقي القسمة هو رقم الخانة الثانية،...وهكذا.

١٣٥ ÷ ٢ = ٦٧ والباقي ١
٦٧ ÷ ٢ = ٣٣ والباقي ١
٣٣ ÷ ٢ = ١٦ والباقي ١
١٦ ÷ ٢ = ٨ والباقي صفر
٨ ÷ ٢ = ٤ والباقي صفر
٤ ÷ ٢ = ٢ والباقي صفر
٢ ÷ ٢ = ١ والباقي صفر
١ ÷ ٢ = ٠ والباقي ١

فيكون العدد ١٠ $^{(١٣٥)}$ في النظام العشري، مساوياً للعدد٢ $^{(١٠٠٠٠١١١)}$ في النظام الثنائي.

الرياضيات ضد القرصنة الإلكترونية

ساهمت الرياضيات في تأمين الاتصالات والتعاملات الحياتية عبر الشبكة العنكبوتية من خلال خوارزميات (Algorithms) للتعمية (التشفير - Cryptography) ولعلك استخدمت كلمة مرور (Pass Word) كثيرًا عند ولوجك إلى بريدك الإلكتروني، أو صفحتك على مواقع التواصل الاجتماعي، أو تعاملاتك البنكية من خلال شبكة الإنترنت، فكيف يتم ذلك ببساطة؟.

تستخدم الرياضيات من خلال التشفير خوارزميات من الأرقام لتحقيق أمن وسرية المعلومات والاتصالات، وضمان عدم الاختراق والتجسس من قبَل قوافل القرصنة الإلكترونية.

فمثلاً، خلال الثلاثين عامًا الماضية انتشرت الحواسيب والجوالات والمعالجات الرقمية للإشارات والمعلومات، سواء كانت (صورة- صوت-رسائل-بيانات...الخ)، في كل الأنظمة الإلكترونية وأنظمة الاتصالات التقنية. تعتمد كل هذه التقنيات على نظام الترميز (التشفير) الثنائي، وهو تحويل أي أرقام في النظام العشري {0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9}، وكذلك الحروف الأبجدية {أ- ب - ج – د .....} إلى النظام الثنائي {0، 1}، إضافة إلى ذلك فإن الأصوات التي تُصدِرُها من حنجرتك لجوالك (بصمة الصوت) يستطيع جوالك ترجمتها وفك شفرتها، وتنفيذ أوامرك، وبذلك تتم حماية خصوصياتك وتأمينك من العبث والسطو الإلكتروني على ممتلكاتك وتعاملاتك البنكية والبيع والشراء عبر الشبكة العنكبوتية، فكل حرف أبجدي له رقم عشري، ونحوِّل الحرف إلى رقمه العشري، ومن ثم نحوِّل الرقم العشري إلى نظيره في النظام الثنائي، كما هو موضح في الجدول (١).

الحرف	الترميز العشرى	الترميز الثنائى				
		٢^{٠} = ١	٢^{١} = ٢	٢^{٢} = ٤	٢^{٣} = ٨	٢^{٤} = ١٦
أ	١	١	٠	٠	٠	٠
ب	٢	٠	١	٠	٠	٠
ج	٣	١	١	٠	٠	٠
د	٤	٠	٠	١	٠	٠
هـ	٥	١	٠	١	٠	٠
و	٦	٠	١	١	٠	٠
ز	٧	١	١	١	٠	٠
ح	٨	٠	٠	٠	١	٠
ط	٩	١	٠	٠	١	٠
ى	١٠	٠	١	٠	١	٠
ك	١١	١	١	٠	١	٠
ل	١٢	٠	٠	١	١	٠
م	١٣	١	٠	١	١	٠
ن	١٤	٠	١	١	١	٠
س	١٥	١	١	١	١	٠
ع	١٦	٠	٠	٠	٠	١
ف	١٧	١	٠	٠	٠	١
ص	١٨	٠	١	٠	٠	١
ق	١٩	١	١	٠	٠	١
ر	٢٠	٠	٠	١	٠	١
ش	٢١	١	٠	١	٠	١
ت	٢٢	٠	١	١	٠	١
ث	٢٣	١	١	١	٠	١
خ	٢٤	٠	٠	٠	١	١
ذ	٢٥	١	٠	٠	١	١
ض	٢٦	٠	١	٠	١	١
ظ	٢٧	١	١	٠	١	١
غ	٢٨	٠	٠	١	١	١

■ جدول (١) تحويل الحروف الأبجدية إلى النظام الثنائي.

■ تساهم الرياضيات في تأمين التعاملات الإلكترونية

من خلال جدول الترميز السابق يتم ترميز النص المكتوب ترميزًا ثنائيًا، ثم يتم الجمع دائريًا مع سلسلة ثنائية عشوائية تُسمّى بالمفتاح، يكون الناتج هو النص المعمّم (المشفر)، وعند توليد هذه السلاسل الثنائية العشوائية يجب الحفاظ على سرّيتها حتى لا تقع في أيدي العابثين فيحدث مالا تُحمد عُقباه. تستخدم معظم شركات الجوال هذا النظام بشرط أن لا يقل طول المفاتيح العشوائية عن طول النص، أو الرسالة المراد تشفيرها.

لنفرض أنك تريد أن تشفّر اسم (إبراهيم)، فإن ذلك يتم عبر مجموعة من الخطوات كالآتي: النص الواضح بالرسالة، وهو كلمة (إبراهيم)، وترميزه الثنائي ٣٥ خانة، كالآتي:

٠٠٠٠١ – ٠٠٠١٠ – ١٠١٠٠ – ٠٠٠٠١ – ٠٠١٠١ – ٠١٠١٠ –٠١١٠١

نفرض أن المفتاح هو سلسلة عشوائية ثنائية، وليكن مثلًا:

٠٠١٠١٠٠٠٠١١٠٠٠٠٠٠١٠١٠٠١١١٠٠٠١١٠٠١٠١

لاحظ معي أن طول المفتاح العشوائي مساوٍ لطول النص الأصلي (٣٥ خانة)، وباستخدام الجمع الدائري الثنائي حسب القاعدة الآتية:

٠+٠ = ٠ ، ٠+١ = ١+٠ =١ ، ١+١ = ٠

فيكون حرف إ= ٠٠٠٠١ + ٠٠١٠١ = ٠٠١٠٠ = د

ويكون حرف ب = ٠٠٠١٠ + ٠٠٠١١ = ٠٠٠٠١ = أ

ويكون حرف ر = ١٠١٠٠ + ٠٠١١١ = ١٠٠١١ = ق

ويكون حرف ا= ٠٠٠٠١ + ٠٠١٠١ = ٠٠١٠٠ = د

ويكون حرف هـ = ٠٠١٠١ + ١٠٠٠٠ = ١٠١٠١ = ش

ويكون حرف ي = ٠١٠١٠ + ٠٠٠٠١ = ٠١٠١١ = ك

ويكون حرف م = ٠١١٠١ + ٠٠١٠١ =٠١٠٠٠ = ح

وبذلك يكون النص الأصلى **(إبراهيم)** ويقابله النص المعمم المشفر للنص الاصلى وهو **(دأقدشكح)**، جدول (٢).

أسدت الرياضيات خدمة جليلة لشركات الاتصالات بإيجاد نظم للتشفير معتمدة على خوارزميات مكونة من سلاسل عشوائية ذات نظام ثنائي، أمّنت لها طرق عرض كروت الدفع الذكية المبنية على قاعدة الأرقام العشوائية المشفرة، وبذلك تحمي أموالها ومنتجاتها من عبث العابثين واللصوص الإلكترونيين، كما ساعدت شركات البث الفضائي بتأمينها لكروت صلاحية الدخول على القناة الفضائية، كذلك أمّنت البنوك من العبث الإلكتروني بأموال المودعين. كما تستخدم التعمية من قبل القوات العسكرية والحكومات لتسهيل الاتصالات السرية بين وحداتها، وتستخدم مدنيًّا في شبكات الحاسوب (الإنترنت، والتجارة الإلكترونية، والهاتف النقال، والبلوتوث...).

كل هذه الأشياء ما كانت لتتحقق لولا قدرة الرياضيات على تحويل الكم الهائل من المعلومات إلى رموز وشفرة، تختصرها في صورة قابلة للتعامل معها آليًّا، ونقلها في صورة مشفرة، تضمن وصولها إلى الجهة الصحيحة، وعدم إفشائها على الملأ، لخصوصيتها ولخطورة وقوعها في يد العابثين.

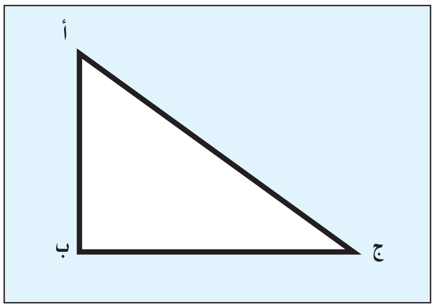
لا تقتصر فوائد الرياضيات على هذا فقط بل أمكن بفضلها التوصل إلى صيغة لنقل المعلومات المعقدة في شفرة مبسطة، من أعماق المحيط عن الفيضانات إلى مراكز الأبحاث على بعد مسافات ضخمة لفكّ الشفرة وإصدار الإنذارات من وقوع الكوارث الطبيعية.

النص الاصلى	إ	ب	ر	ا	هـ	ي	م
الترميز العشري	١	٢	٢٠	١	٥	١٠	١٣
الترميز الثنائي	٠٠٠٠١	٠٠٠١٠	١٠١٠٠	٠٠٠٠١	٠٠١٠١	٠١٠١٠	٠١١٠١
المفتاح	٠٠١٠١	٠٠٠١١	٠٠١١١	٠٠١٠١	١٠٠٠٠	٠٠٠٠١	٠٠١٠١
ترميز النص المعمّم	٠٠١٠٠	٠٠٠٠١	١٠٠١١	٠٠١٠٠	١٠١٠١	٠١٠١١	٠١٠٠٠
النص المعمّم	د	أ	ق	د	ش	ك	ح

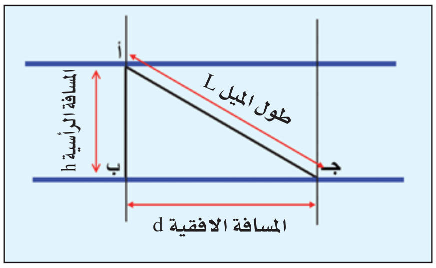
■ جدول (٢) خطوات تشفير اسم (إبراهيم).

فيثاغورس وتحديد المواقع

إذا كان لدينا (أ ب جـ) مثلث قائم الزاوية في (ب) فيكون: $(\text{أ جـ})^2 = (\text{أ ب})^2 + (\text{ب جـ})^2$ معادلة بسيطة تتعلق بالمثلث قائم الزاوية، وتقول إنّه في حال إنشاء مربع على وتر المثلث القائم فإن مساحته ستكون مساوية لمجموع مساحتي المربعين المنشأين على الضلعين الآخريْن لذات المثلث، شكل (١).



■ شكل (١) المثلث قائم الزاوية.



■ شكل (٢) نظرية فيثاغورس.

تُعدّ المسافات أحد أهم أنواع القياسات، وتقاس المسافة المائلة عادة (وهي المسافة المُقاسة بين نقطتين، إحداهما مرتفعة عن الأخرى، وتظهر بقيمتها الحقيقية في المسقط الرأسي) في الطبيعة، ثم تحّول حسابيًّا إلى المسافة الأفقية (وهي المسافة المباشرة المقاسة بين نقطتين تقعان في مستوى أفقي واحد، وتظهر بقيمتها الحقيقية في المسقط الأفقي .

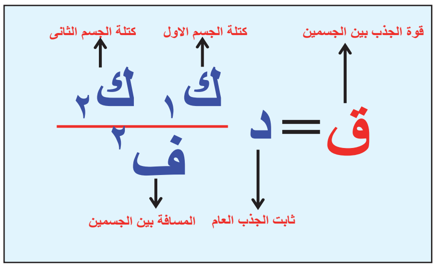
لنفرض أن لدينا سفينة، أو(طائرة) عند الموقع (أ)، و تقع مباشرة أعلى الموقع (ب)، وأن المسافة الأفقية (d) (البعد بين الموقعين ب، جـ) والمسافة الرأسية (h) (ارتفاع السفينة أو الطائرة عن الموقع ب) معلومتان لدينا، فإنه باستخدام نظرية فيثاغورث يمكن تحديد بعد السفينة أو الطائرة عن الموقع (جـ) بتطبيق القاعدة، شكل (٢).

$$L^2 = d^2 + h^2$$

ومن هنا يتبيّن لنا أهمية نظرية فيثاغورث في الملاحة البحرية والجوية لتسهيل الاتصال بالسفن والطائرات، وإرشادها، و في تحديد مواقعها، وما زالت أغلب تطبيقات الملاحة والاتصالات فى عالمنا المعاصر تستخدم نظرية فيثاغورث فى تحديد مسارات السفن والطائرات بدقة بالغة.

قانون الجذب العام

قام **إسحاق نيوتن** بمساعدة **يوهانس كبلر** باكتشاف قانون الجذب العام، ويُفسر القانون رياضيًا على أنه: إذا كان لدينا جسمان كتلتاهما (ك١ ، ك٢)، والمسافة بينهما (ف)، فإن قوة الجذب بين جسمين تتناسب طرديًا مع كتلتي



■ شكل (٣) قانون الجذب العام.

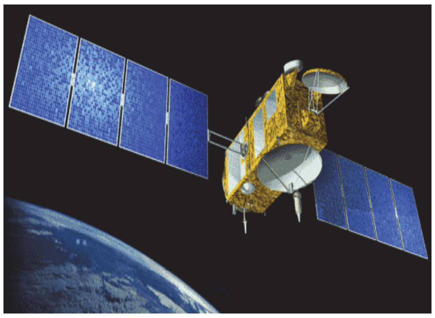
■ قوة الجذب بين الأجرام السماوية تحسب من قانون نيوتن

الجسمين، وعكسيًّا مع مربع البعد بين الكتلتين، و ثابت التناسب هو(د) ويسمّى بثابت الجذب العام لنيوتن، شكل (٣).

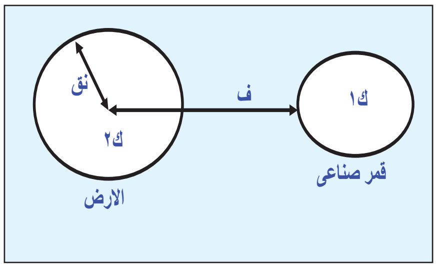
تطبيقات هذا القانون واضحة وكثيرة في عملية تسيير الأجسام والأجرام السماوية والمركبات من أجل حساب قوى الجذب بينها.

ولا يزال أحد أهم الأعمدة العلمية من أجل رسم مسارات سفن الفضاء، كما يستخدم بشكل موسّع في تحديد مدارات الأقمار الصناعية الخاصة بالبث التلفزيوني .

و من استخدامات هذا القانون، حساب عجلة الجاذبية الأرضية عند إطلاق قمر صناعي، ليغطّي منطقة معيّنة من سطح الكرة الأرضية. لنعطي مثالًا على كيفية تطبيق القانون رياضيًا، نفرض أن: كتلة قمر صناعي هي (ك١) وأن كتلة الأرض هي (ك٢)، وبُعد القمر



■ إطلاق الأقمار الصناعية مرتبط بقانون نيوتن.



■ شكل (٤) القوة الجاذبة بين القمر الصناعي والأرض.

الصناعي عن مركز الأرض هو (ف)، وأن طول نصف قطر الأرض هو (نق)، شكل (٤).

فتكون القوة الجاذبة بين القمر الصناعي والأرض تحسب كالآتي:

$$ق = د \frac{ك_1 ك_2}{نق^2}$$

تقنن الرياضيات استخدام هذا القانون فتقول: إنه كلما زادت وكبرت المسافة بين الجسمين؛ نقصت تبعًا لذلك قوة الجذب بينهما، وهنا يجب الاحتياط عند إطلاق قمر صناعي حتى لا يفلت القمر من الجاذبية ويهرب منها؛ الأمر الذي يوجب علينا أخذ الحيطة والحذر، وتحديد المسافة التي يجب أن يبعدها القمر الصناعي عن مركز الأرض حتى يأخذ مساره ولا نفقده .

ومن هنا تظهر أهمية قانون الجذب العام لنيوتن لنحدد المدار الذي يجب أن يدور في فلكه القمر الصناعي بناء على حساب قوة الجذب بينه وبين الأرض.

خاتمة

هذا بعض من إسهامات علم الرياضيات في خدمة البشرية، وتحقيق الرفاهية للشعوب بمعادلاتها الرياضية التي أسهمت في تقدّم تقنية الاتصالات وحماية الخصوصية وتأمين البنوك الإلكترونية، فضلًا عن مساهماتها في اتصالات الفضاء التي تسير وفق معادلات، ولعل هذا يعطي إجابة لبعضهم عن أهمية الرياضيات، ولماذا ندرسها؟.

المراجع

http://ar.wikipedia.org/wiki
http://mec.edu.om/web/Departments
http://uqu.edu.sa
http://www.learner.org/interactive
http://www.science.edu.sg/exhibitions/pages/mathematics.aspx

كيف تعمل الأشياء؟

جهاز تنظيم ضربات القلب

أ. محمد صالح سنبل

يُعدّ القلب العضو الوحيد في جسم الإنسان الذي لا يتوقف عن عمله منذ ولادة الإنسان حتى وفاته، والقلب هو عضو متخصص، يمتلئ بالدم وينبض بشكل متواصل ليضخ الدم المحمل بالأكسجين والغذاء اللازم إلى أعضاء وأنسجة الجسم كافة.

تضخ عضلة القلب الدم داخل الجسم للإبقاء على العمليات الحيوية والمحافظة على استمرار وكفاءة دورة الأكسجين والدم في الرئتين والجسم، ويعد القلب مضخة مسؤولة عن تحريك دورة الدم والأكسجين خلال الرئتين والجسم. يضخ القلب في اليوم الواحد نحو ٢٠٠٠ جالون من الدم (٧٦٥٠ لتراً)، والقلب مثل المحرك إذا كان فيه ضعف كفاءة في العمل سيحدث فيه قصور فيما يسمّى قصور عضلة القلب (Heart failure). يتكوّن القلب من أربع حجرات هي الأذينين والبطينين الأيمن والأيسر، ويتم التحكم بالانقباضات القلبية عبر الأذين الأيمن الذي يصدر مؤثرات كهربائية بوساطة خلايا متخصصة تدعى بخلايا العقدة الجيبية الأذنية التي تعدّ المنظم الطبيعي لضربات لقلب؛ حيث ترسل سلسلة من النبضات القلبية الكهربائية بطريقة منتظمة حيث ينقبض الأذينان الأيمن والأيسر في وقت واحد ما ينتج عنه اندفاع الدم تجاه البطينين الأيمن والأيسر. وبعد امتلائهما يقومان بدورهما بدفع الدم إلى الشريان الرئوي والشريان الأورطي لتوصيل الدم إلى الرئتين وبقية أجزاء الجسم، وتكرر هذه العملية مع كل نبضة قلب.

يبلغ معدل نبضات القلب للبالغين في حالة الراحة من ٦٠-٨٠ نبضة بالدقيقة بينما يبلغ في الأطفال معدل النبضات من ٨٠ – ١١٠ نبضة بالدقيقة وقد يزداد هذا الرقم ليتجاوز ١٠٠ نبضة بالدقيقة للبالغين في بعض حالات الإجهاد أو الانفعال النفسي. فأثناء التمارين الرياضية مثلاً تزداد حاجة عضلات الجسم المختلفة مثل: عضلات الأرجل والذراعين لكميات أكثر من الدم، ونتيجة لذلك يستجيب القلب الطبيعي آلياً بزيادة عدد نبضاته في الدقيقة.

قد يحدث خلل في قدرة القلب على ضخ الدم إلى أنحاء الجسم كافة وهذا يؤدي إلى بعض الأعراض، مثل: الإعياء، والتعب، فقدان الوعي والنهجان، وفي هذه الحالة يختار الطبيب أفضل سبل العلاج ويكون الحل الأمثل هو زراعة منظّم لضربات القلب (Pacemaker) حيث يعود تاريخ أول منظّم لضربات القلب إلى عام ١٩٥٨م.

يعرف منظّم ضربات القلب على أنه جهاز كهربائي صغير مزود ببطارية صغيرة يعمل على حماية القلب من الخلل في أداء نبضاته وذلك عبر إرسال تنبيهات كهربائية للقلب بصورة منتظمة لينقبض القلب بصورة منتظمة وملائمة ليضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم.

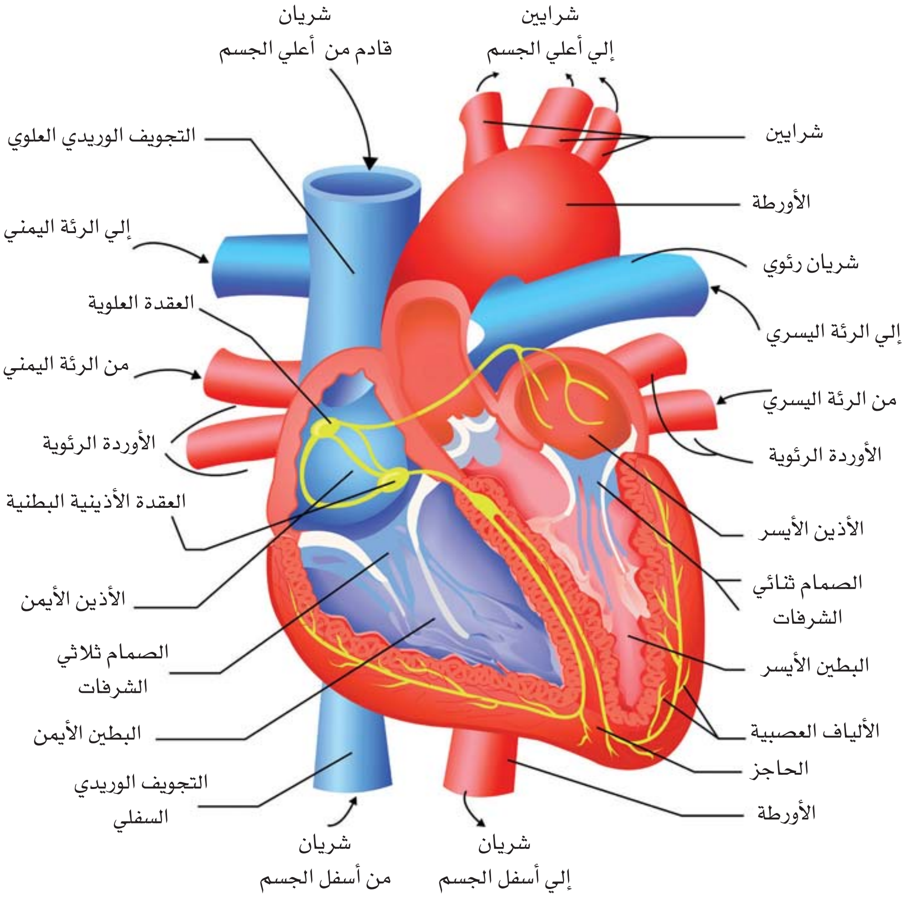
أنواع منظمات القلب

يوجد نوعان من المنظمات القلبية هما: -

١- **المنظم ذو الغرفة الواحدة:** ويستهدف تنبيه الغرفة السفلى للقلب (البطين)، ويتصل بالقلب بوساطة سلك كهربائي واحد بهدف توصيل الإشارات الكهربائية من وإلى المولد الكهربائي والبطين.

٢- **المنظم ذو غرفتين:** ويتصل بالقلب بوساطة سلكين كهربائيين أحدهما بالغرفة العليا (الأذين) والآخر بالغرفة السفلى للقلب (البطين). الجدير بالذكر أن هذه المنظمات بإمكانها الإحساس بالانقباض الطبيعي للقلب وتنبيه إحدى أو كلا الغرفتين. كما أن معظم المرضى المحتاجين لهذه المنظمات يكون لا

■ أول منظم لضربات القلب.



■ تشريح القلب.

يـزال لديهم بعض التنبيهـات القلبية الطبيعية، وفي هذه الحالة يقتصـر عمل منظّم القلب على الاحتياج الفعلي حسب حاجة القلب.

مكوّنـات المنظـم

يـتـكـوّن مـنـظّـم ضـربـات الـقـلـب مـن:

١- **مولد للتنبيه**:هو عبارة عن علبة معدنية صغيرة الحجم تحتوي بطارية التشغيل بالإضافة إلى العديد من الدوائر الكهربائية المعقدة التي تعمل على مراقبة تعداد ضربات القلب وكذلك قوة التنبيه الكهربائي الموجه للقلب.

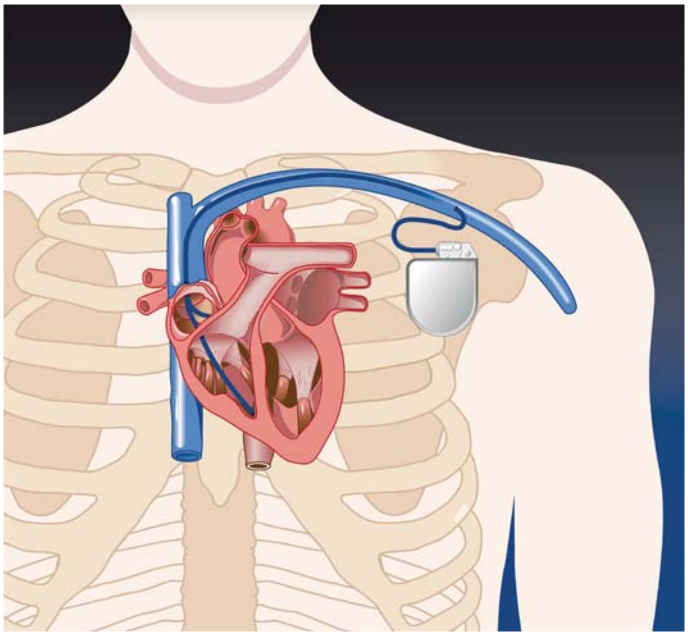
٢- **سلك كهربائي** : هو سلك عازل مرن يربط بين منظم القلب والبطين الأيمن، نقل التنبيهات الكهربائية من وإلى القلب.

زراعة منظّمات ضربات القلب

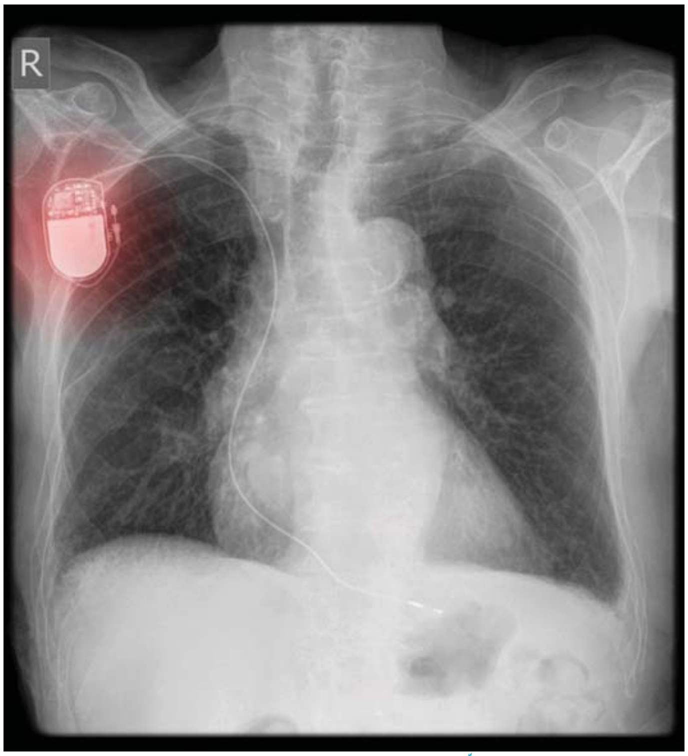
يتم تركيب معظم منظّمات ضربات القلب في الجزء الأعلى من الصدر من خلال عملية جراحية وتستغرق ساعة واحدة وتحت تأثير التخدير الموضعي، حيث يقوم الطبيب المختص بعمل فتحة صغيرة في الجلد ثم إدخال السلك ومراقبة حركته من خلال شاشة تلفزيونية تحت الأشعة السينية لـوضـع الـسـلـك الكهربائي في مكانه المحدّد بالقلب ، وبعد إتمام عملية توصيل السلك الكهربائي في المكان الخاص بـه بـالـقـلـب يـتـم إغلاق هذه الفتحة بالخيوط الجراحية. ولـلـتـأكـد مـن جـودة عمل الجـهـاز يقوم الطبيب بعد انتهاء العملية الجراحية بمـراقـبـتـه وتـقـيـيـم أداءه قبل وبعد خروج المريض من المستشفى حيث تتم أولا المراقبة الأولى للتأكد التام من شفاء والتئام الجرح وكذلك مراقبة عمل المنظم حسب البرمجة التي تم ضبطها عليه والإجابة عن أسئلة واستفسارات المريض.

تـتـم بعد العملية المتابعة العادية في المستشـفـى أو في عيـادة الطبيـب المعالج. ويجـب على المريض أخـذ العلاج الموصـوف له بواسـطة الطبيب وإتباع تعليماته وفي الوقت نفسـه إبلاغه عن أي مشكلاته صـحية طارئة قد تظهر على الجسم مثل : احمرار الجـرح ووجود سـخونة أو ألم حولـه وارتفاع درجة حرارة الجسـم. يشعر بعض المرضى غالباً بتحسن كبـير وفـوري بعد عمليـة تركيب المنظم مباشـرة، فيمـا يحتـاج البعض الآخـر إلى فترة ليبـدأ معها التحسـن الفعلـي. وفي غضـون أسـابيع قليلة يكون المريض قادراً على اسـتعادة حيويته ونشـاطه كما كان قبل احتياجه للمنظّم.

قبل مغـادرة المستشـفى يبلغ الطبيـب المعالج المريض بـأول موعد لتقويم عمل المنظّم الذي يكون عـادة في عيادة القلب الخاصـة بالمنظمـات للتأكد من التئام الجرح وكفاءة وعمل المنظّم . بعد عملية التقويم الأولي يطلب الطبيب من المريض الانتظام في حضـور المواعيد المحددة لإعـادة التقويم للتأكد من كفاءة عمل المنظّم وتسـجيل ذلك في سـجلات العيـادة . وإذا توفـرت خدمـة المتابعـة عن طريق الهاتف على سـبيل المثال ينقل جهاز الهاتف صورة



■ شرح طريقة زرع منظم القلب.



■ صورة بالأشعة السينية لمنظم القلب.

كاملة عن رسم القلب ونقلها إلى عيادة المنظّمات حيث تظهر على شاشة تلفزيونية لدى الطبيب وهذه الطريقة تقلل من زيارات المريض إلى مكتب الطبيب المعالج.

تطور منظّمات القلب

تم تطوير منظّمات القلب باستمرار بحيث أصبحت المنظمات الحديثة تمتاز بالقدرة على تغيير الإيقاع القلبي وضبط إرسال الإشارات الكهربائية ومن ثمّ الاستجابة للتغيرات الجسدية حسب حالة المريض سواء كان في حالة راحة أو في حالة جهد بدني. ففي الحالة الأولى يعمل المنظّم على الخفض من التنبيه وفي الحالة الثانية -أي في حالة العمل- يزيد قوة وعدد التنبيهات، ويبقى الطبيب هو الوحيد الذي يقرر نوع المنظّم الملائم لكل مريض حسب حالته واحتياجه.

يعتمد أداء المنظّمات إما على العامل الحسي مثل الحركة الجسدية حيث تزداد التنبيهات أو تنقص تبعاً للزيادة او النقص في حركة المريض، أو على عامل آخر هو (تنفس الإنسان بالدقيقة الواحدة) حيث إنه كلّما كان التنفس سريعاً وعميقاً كما هي الحالة أثناء ممارسة التمارين الرياضية يكون هذا حافزاً لمنظّم القلب لزيادة التنبيهات، وعليه تزداد سرعة نبضات القلب وعند تناقص وتباطؤ عدد مرات التنفس كما هي الحالة أثناء النوم أو الراحة يكون هذا حافزاً لمنظّم القلب لتقليص عدد التنبيهات ومن ثمَّ تقل سرعة نبضات القلب.

وتوجد أنواع أخرى من المنظمات تعتمد على عوامل أخرى مثل درجة الحموضة وغيرها.

يتبقى استشارة الطبيب عن مدى سرعة عودة المريض لممارسة نشاطه العادي أو إذا كان هناك بعض التحفظات لبعض الأنشطة مثل: الاستحمام، العمل أو المدرسة و قيادة السيارة.

بإمكان المريض السفر بعد موافقة الطبيب مسبقا خاصّة إذا كان ينوي السفر في رحلة طويلة. هذا ويجب التنويه أن الأجهزة الإشعاعية الموجودة في المطارات لا تؤثر في وظيفة المنظّم، ولكن من الأفضل إعلام المسؤولين بالمطار عن وجود المنظّم لأنه ربّما يصدر علامة إنذار عند المرور من خلال نقاط التفتيش والمراقبة .

ممارسة الأنشطة الرياضية

ينبغي الحرص على عدم حمل الأثقال أو إجراء التمارين الشديدة على الأقل لمدة ٢-٣ أسابيع من تركيب المنظّم أو حتى موافقة الطبيب المعالج، حيث يستطيع المريض ممارسة معظم نشاطاته العادية التي كان يزاولها قبل تركيب المنظم بما في ذلك السباحة وحمل الأثقال مع بعض التحفظات من زيادة العنف والحركة في مفاصل الكتف التي ربما تتسبب في إحداث مشكلات في نقطة توصيل السلك بالمنظم وربما ينفصل التوصيل ما يؤدّي إلى تعطيل عمل المنظّم.إن منظّمات ضربات القلب الحديثة محمية من كل تأثير ناتج عن الآلات الكهربائية؛ بحيث يمكن للمريض استعمال جميع الآلات المنزلية بأمان مادامت هذه الآلات سليمة وفي حالة جيّدة، و تشمل هذه الأجهزة: أفران الميكرويف، مجفف الشعر، البطاريات الكهربائية، آلات الحدادة الخفيفة، والكمبيوتر. إلى جانب أن وجود المريض في مجال كهرومغناطيسي عالٍ قد يؤثر في منظّم ضربات القلب مثل: القرب من محطات البث الإذاعي والتلفزيوني ومحطات الرادار، ومصادر الإشعاع مثل محطات الطاقة، والكهرومغناطيسية، وبهذا يستطيع المريض تجنب التأثر بالابتعاد عن مثل هذه المصادر المؤثرة وتعتمد المسافة على قوة هذه المصادر.

ينصح بعدم الاقتراب من أجهزة الرنين المغناطيسي(MRI) بالمستشفيات أو أية أجهزة قوية المجال الكهربائي حتى يعود المنظم لعمله ووظيفته الطبيعية، ومن الأفضل إعلام الطبيب بذلك، أمّا استخدام الهاتف المحمول فينبغي الاستفسار من الطبيب عن ذلك.

العمر الافتراضي لمنظّم القلب

يستهلك جهاز منظّم ضربات القلب طاقته من البطارية الموجودة داخل العلبة الخاصة به، وهذه البطارية لها فترة عمل محدودة حالها كحال كلّ البطاريات، لذا فإن العمر الافتراضي لمعظم المنبهات القلبية يتراوح بين ٤- ٨ سنوات، ويستطيع الطبيب تحديد الوقت المناسب لتبديل المنظّم قبل انتهاء مدّة عمله بسهولة عن طريق التقويم المستمر لأداء البطارية والمتابعة الدورية. كما أنّ تركيب منظّم جديد لضربات القلب يتم بسهولة وبمدة قصيرة جداً حيث يحتاج إلى تخدير موضعي بسيط، ويتم استبدال المنظّم (المولد) فقط بعد التأكد من سلامة الأسلاك الخاصة بالمنظم وكفاءتها يقوم الطبيب بتوصيلها بالمولد الجديد دون الحاجة إلى استبدالها .

المراجع

http://health.howstuffworks.com/medicine/modern-technology/how-does-a-pacemaker-work1.htm

http://www.sha.org.sa/arabic/journal_arabic/issue_6/art7_iss6.htm

عرض كتاب

علم الفوضى

ألف هذا الكتاب فرانسوا لورسا، وترجمته إلى العربية زينا مغربل وراجعه د. شمس الدين خياري، وهو من الإصدارات الجديدة المترجمة التي تأتي ضمن جهود مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في توفير المعرفة للقارئ العربي، وتم طبعه في ١٤٣٥هـ - ٢٠١٤م.

يقع الكتاب في ١٢٨ صفحة من الحجم الصغير، ويهدف بشكل عامٍ إلى بيان البعد الفلسفي للرياضيات ومستعرضاً لبعض التطورات العلمية الراهنة العديدة في نظريات علم الفوضى.

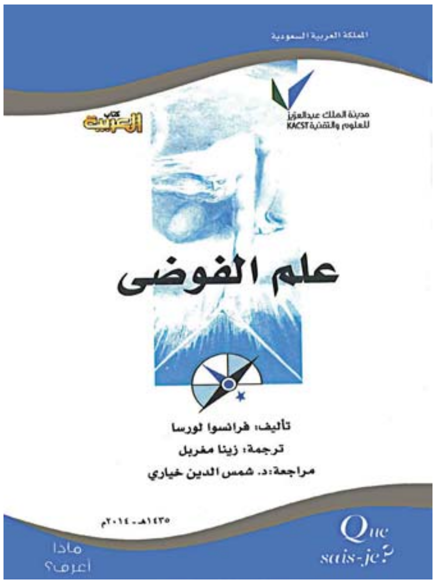
عبدالله بن مزهر الزهراني

ويهدف مؤلف الكتاب بشكل عام إلى بيان البعد الفلسفي للرياضيات ، ويحتوى سبعة فصول، استهلها الكاتب فى **الفصل الأول** بموضوع «تحليل الحركة» حيث فسر الطريقة الابتدائية وقانون الحركة وأن الغاية من علم الفيزياء هو الكشف عن أكثر قوانينها بساطة، ثم تطرق إلى فضاء الطور وذكر: أن ثمة عدداً متناه من المسارات الممكنة تمرّ بنقطة ما فى الفضاء ، يمكن وصفها بتحديد سرعة الحجر، مشيراً إلى أنه في النظم الديناميكية فإن القوة لا توجد الحركة، إنما تخضعها فتغير سرعتها. ثم تحدث عن حركة الكواكب وما اسماه ب «تقريب كيلر» حيث اكتشف كيلر ثلاثة قوانين لحركة الكواكب حول الشمس، وكيف استطاع نيوتن حل المسألة الكيلرية.

استعرض الكتاب في **الفصل الثاني** -وعنوانه «المفهوم الكلاسيكى لعلم التحريك»- طريقة الاضطرابات بالإضافة إلى رسم توضيحي لحركة أحد أقمار المشترى، ومنها ثوابت الحركة والطارات غير المتغيرة، ووضح الكاتب هذا الكلام برسم على شكل طارة ذات بعدين. كما ذكر المؤلف الأنظمة القابلة للتكامل حيث يرى المؤلف أنه أصبح بمقدورنا الآن توضيح جوهر التصور الكلاسيكى لعلم التحريك، وأنهى الفصل بأن العلم عدو التصادف (الاحتمال)، فالتصادف مستثنى من دراسة الأنظمة المتدنية.

استعرض المؤلف فى **الفصل الثالث** «الخواص العشوائية للأنظمة الحتمية» مشيراً إلى إعادة النظر البطيئة فى التصور الكلاسيكى، وتطرق إلى ما ذكره «**ماكسويل**» -اشتهر بصفة خاصة باكتشاف القوانين الأساسية الخاصة بالكهرومغناطيسية- عن الحساسية إزاء الظروف الابتدائية، وأيضاً العالم «**بوانكاريه**» الذى بدل كلياً كيفية طرح مشكلة علم التحريك بإضافة رسمة توضيحية لمستوى العالم، ثم انتقل الكاتب إلى توضيح رسم مسارات مسألة الأجسام الثلاثة، والعشوائية ومن ثم إلى الحساب التقريبى للحركة حيث بيّن المؤلف أنه بالإمكان إجراء مثل هذا الحساب يدوياً، أما المسارات المنتظمة والمسارات العشوائية فقد تم توضيح ذلك بنموذج رسمى (اينون - هيلز)، ثم عرج المؤلف على نظرية **كولو غوروف - أرنولد - موزر**، وهى حركة شبه دورية وبها النهاية وقد استعان المؤلف بنماذج توضيحية من أجل تفسير العنوان.

تناول المؤلف في **الفصل الرابع** «الفوضى في المجموعة الشمسية» حيث وضح المؤلف أن مقياس الزمن البشرى غير كاف لدراسة كيان كنظام المجموعة الشمسية، وأنه أيضاً يحتوى الكويكبات التى يصفها المؤلف بأنها كيانات صغيرة تقع بين المريخ والمشترى، مشيراً إلى أن النيازك هي أجسام ناشئة خارج الأرض تسقط عليها، كما أشار إلى قمر هايبريون التابع لكوكب زحل ووضحه الكاتب برسمة تشير إلى الفوضى فى النظام الشمسى، ثم استعرض نظام الكواكب مبّيناً دور كل كوكب فى مداره الإهليلجي وفق حركة تامة الانتظام إلى الأبد، ثم أشار إلى أعمال **بلوتون**، وأعمال **لاسكار**، وميل الكواكب، وقد استعان برسمة توضيحية لهذا مشيراً إلى أن الأرض كوكب



غير عادى. وأنهى الفصل بالتعرف إلى ما أسماه «الاستقرار الهامشى للنظام الشمسى».

عرض المؤلف في **الفصل الخامس** «الأنظمة المبددة» التى لا تحفظ فيها الطاقة ودور الاحتكاكات،والتطبيقات أحادية البعد ، مستعيناً برسم بيانى لتفسير ذلك، كما تضمن هذا الفصل تطبيقات النموذج اللوجستى، واستعان بعدة رسومات لتكرار التطبيق اللوجستى، ومنها إلى التشعب وتضاعف الدورة، والفوضى التى تم فيها عرض نتائج ما وصفه «بالاسترسال فى التعليل»، و فى نهاية الفصل تناول موضوع «العمومية»التى تظهر فيها الخواص الفوضوية.

تناول المؤلف فى **الفصل السادس** «ظواهر فوضوية» تضمن الصنبور الذى يقطر ماء، ولورنز والفوضى فى علم الأرصاد الجوية ذاكراً أن **لورنز** كان يدرس ما يعرف بعلم الأرصاد الجوية الديناميكية، وجوانب غريبة، حيث توصل إلى حلول للمعادلات (مسار طور)، والاضطراب بسبب العشوائية فى مسائل الفيزياء، وفى النهاية ذكر المؤلف تأسفه لذكره الظروف الفيزيائية والكيميائية ووصفه ذلك بالطابع الفوضويّ.

أختتم المؤلف الكتاب **بالفصل السابع** بعنوان (خواطر) والذى احتوى نقاطاً عدة منها: تحول حاسم حيث يعيد بروز ظاهرة الفوضى مجدّداً التأكيد على الطبيعة المحافظة للثورات العلمية، وتنبيه لما ذكره الكاتب فى فصوله فقد وجب التحذير، ووجب إعادة النظر مرة أخرى. كما أنه تطرق إلى نقطة، «الحتمية والتنبؤ **لابلاس وبوانكاريه**» حيث ذكر أنه علينا «إذن تصور حالة العالم الراهنة على أنها نتيجة حالته السابقة وسبب حالته الآنية»، ثم المقاييس الزمنية الذي تم تحديده بأنه مفهوم قائم فى دراسة العديد من الظواهر الطبيعية، ثم نقطة التصادف حيث فسّرها على أنها تعود إلى حساب الاحتمالات، واختتم **الفصل السابع** بالتعرّف إلى حتمية الرياضيات شبه الكاملة وحتمية الفيزياء المشروطة والمحدودة، وفى نهاية الكتاب ذكر المؤلف قائمة بالمراجع التى استعان بها.

يتميز الكتاب بأنه منظّم، ومنسق، وأفكاره مترابطة ولكن لغته صعبة ومتخصصة للغاية، ويحتوى رسوماً توضيحية ، وقد اجتهدت المترجمة في أن تقدمه بصورة بسيطة يفهمها القارئ العادي الذي لديه خلفية في الفيزياء والرياضيات، ونصحت بتخطى الأجزاء المتعمقة في هذا المجال.

نفاد الأكسجين وانطفاء النار

يعدّ الأكسجين عاملاً مهماً في عملية اشتعال النار، فالاحتراق هو تفاعل كيميائي بين الأكسجين والمادة المراد إحراقها وتسمّى هذه العملية بالأكسدة، من جانب آخر لا يساعد ثاني أكسيد الكربون على عملية الاشتعال.

يمكننا عمل تجربة بسيطة لإثبات ذلك:

الأدوات

١ - شمعة
٢ - كأس طويل
٣ - بيكربونات الصوديوم، شكل (١).
٤ - عود ثقاب
٥ - ملعقة
٦ - خل، شكل (٢).

طريقة العمل

١- أشعل الشمعة واسكب قليلاً - من الشمع المذاب في قاعدة الكأس.

٢- ثبت الشمعة في قاعدة الكأس بشكل عمودي – يجب أن يكون الكأس أطول من الشمعة –، شكل (٣).

٣- أضف ملعقة من بيكربونات الصوديوم

■ شكل (١) بيكربونات الصوديوم.

■ شكل (٢) خل.

إلى قاعدة الكأس، حاذر اللهب كي لا ينطفئ.

٤- أضف قليلاً من الخل إلى بيكربونات الصوديوم.

الملاحظة

يلاحظ مع مرور الوقت انطفاء الشمعة

■ شكل (٣) الشمعة مضاءة في الكأس.

■ شكل (٤) انطفاء الشمعة.

بشكل تدريجي، شكل (٤).

الاستنتاج

عند إضافة الخل إلى بيكربونات الصوديوم في قاعدة الكأس، يحدث تفاعل منتجاً غاز ثاني أكسيد الكربون وينقص الأكسجين ما يساهم في انطفاء الشمعة بشكل تدريجي، وذلك بسبب أن غاز ثاني أكسيد الكربون لا يساعد في عملية الاشتعال.

ومن هنا جاءت فكرة طفاية الحريق التي يستخدم فيها ثاني أكسيد الكربون.

المرجع

Phys4ara.net/vb/showthread.php?t=13381

مصطلحات علمية

المتتابعة الحسابية Arithmetic Sequence

متتالية من الأعداد حيث يكون الفرق بين أي حدين متتاليين فيها ثابتاً.

شكل بياني بالأعمدة Bar Graph

رسم بياني يتكون من مجموعة من القطع المستقيمة المتوازية، تتناسب ارتفاعاتها مع عناصر فئة من البيانات المُمثلة.

شكل بياني متكسر Broken line Graph

رسم بياني يتكون من قطع مستقيمة، تصل بين النقاط المُمثلة للبيانات.

زاوية الكامبر Camber angle

زاوية ميل عجلة السيارة بالنسبة للمستوى الرأسي عند النظر إليها من الأمام.

زاوية الكاستر Caster angle

زاوية ميل محور توجيه عجلة السيارة للخلف أو الأمام بالنسبة للمستوى الرأسي عند النظر إليها من الجانب.

متتابعة فيبوناتشي Fibonacci Sequence

متتالية الأرقام: ١، ١، ٢، ٣، ٥، ٨، ١٣، ٢١، ٣٤، ٥٥، ....، التي ينتج كلُّ رقم فيها عن مجموع الرقمين السابقين له، والتي حداها الأولان يساويان (١).

الهندسة الكسيرية Fractal Geometry

أبنية هندسية مؤلفة من كسيريات (fractals) عبارة عن أجزاء هندسية مفتتة صغيرة جداً غير منتظمة ذات أبعاد متناهية الصغر ، وتتكرر تلك الأجزاء بعمليات تكاثرية لتكوِّن الشكل الأم.

شكل هندسي Geometric Figure

كل تركيب في النقط والخطوط المستقيمة والدوائر والمستويات، وغيرها.

متتابعة هندسية Geometric Sequence

متتابعة (متوالية) تكون النسبة بين كل حد فيها والحد الذي يسبقه ثابتة، وتسمّى أساس المتتابعة.

متسلسلة هندسية Geometric Series

متسلسلة لانهائية من النوع ($a + ar + ar^2 + \ldots + ar^{n-1} + \ldots$)، وكل حدّ (جملة) من حدودها بعد الأول يُحصل عليه بضرب الحدّ الذي قبله في عدد ثابت يدعى بالأساس والنسبة المشتركة.

النسبة الذهبية Golden Ratio

ثابت رياضي معرف تبلغ قيمته ١,٦١٨٠٣٣٩٨٨٧ تقريباً.

المستطيل الذهبي Golden Rectangle

مستطيل يمكن تقسيمه إلى مربع، ومستطيل، مشابه للمستطيل الأصلي، وتكون النسبة بين طولي الضلعين لهذا المستطيل هي ١,٦١٨٠٣٣٩٨٨٧.

وتر Hypotenuse

الضلع المقابل للزاوية القائمة في مثلث قائم الزاوية.

فرضية Hypothesis

عبارة تُعتبر صحتها محتملة لأن ما ينتج عنها صحيح، طبقاً لمبادئ عامة معلومة.

عدد صحيح Integer

الأعداد التي يمكن كتابتها بدون استخدام الكسور أو الفواصل العشرية، وتتكون مجموعة الأعداد الصحيحة من الأعداد الطبيعة (١، ٢، ٣، ..) والصفر والأعداد السالبة (-١، -٢، -٣، ..).

قانون الجذب العام Law of Universal Gravitation

قانون صاغه «إسحاق نيوتن»، ينص على أن أي نقطتين ماديتين في الكون، توجد بينهما قوة تجاذب، تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

لوغاريتم Logarithm

عملية حسابية تتميز بكونها تحوّل الضرب إلى جمع.

الرياضيات Mathematics

الدراسة المنطقية للشكل والترتيب والكمية، والمفاهيم المرتبطة بها، وتنقسم تاريخياً إلى ثلاثة فروع: الجبر، والتحليل، والهندسة.

الهندسة المستوية Plane Geometry

فرع الهندسة الذي يختص بدراسة صفات الأشكال (الأولية) المستوية مثل الزوايا، والمثلثات، والمضلّعات، والدوائر، وغيرها.

الرقم الهيدروجيني p^H

سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين في محلول ما ويشير إلي قاعدية، أو حموضة ذلك المحلول ، ويمكن قياسه عن طريق مؤشر الأس الهيدروجيني.

نصف القطر Radius

المسافة الفاصلة بين مركز الدائرة (أو الكرة) وأي نقطة على حدود الشكل.

رسم بياني إحصائي Statistical Graphing

تمثيل فئة من الإحصائيات بيانياً لتمكين القارئ من دراسة الإحصائيات بطريقة أفضل مما لو أعطيت هذه الإحصائيات كأرقام.

زاوية لم المقدمة Toe in Angle

مقدار ميل العجلة للداخل عند النظر إلى العجلات من الأمام.

الواط Watt

وحدة مشتقة لقياس القدرة في نظام الوحدات الدولي، سمّيت بهذا الاسم نسبة للمهندس الأسكتلندي جيمس واط (١٧٣٦-١٨١٩م).

استخدام الشبكة العنكبوتيّة لتعليم الرياضيات إلكترونياً

فتح التطور التقني الكبير في مجال الحواسيب والاتصالات، الباب لكثير من الناس الذين لم تتح لهم فرصة إكمال تعليمهم النظامي، وسمح لهم باختيار المكان والوقت الملائمين لهم للدراسة دون قيود، إضافة إلى أن التقنية سهلت للطلاب سبل البحث عن المعلومة، ومشاركتها مع الآخرين بكل يسر، وجعلت من اهتمامهم بالعالم الافتراضي فرصة للتوسع في تقديم المعلومة لهم بأسلوب جاذب. وانطلاقاً من الدور الملقى على عاتقها، في المساهمة بنشر المعرفة بين أبناء المجتمع، دعمت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية مشروعاً بحثياً رقم: و ت – ٥ – ١٠، بعنوان: «استخدام الشبكة العنكبوتية لتعليم الرياضيات إلكترونياً»- للباحث الرئيس: د. عبد الله الرشيد، وعضوية د. عباس غندورة، د. إبراهيم العليان، د. حمود الحربي. بدأ البحث عام ١٤٢٩هـ، وانتهى عام ١٤٣١هـ، وكان ثمرة تعاون بين المدينة، وجامعة الملك سعود، وجامعة أم القرى.

جاءت فكرة المشروع إيماناً بأهمية التعليم الإلكتروني في تطوير العملية التعليمية، ورغبة في إتاحة الفرصة للطلبة والمتعلمين في المملكة لمواكبة التطور المطرد في أدوات التعليم والاستفادة مما هو متاح عالمياً.

أهمية المشروع

تنبثق أهمية المشروع من أهمية التعليم الإلكتروني، وقدرته على تمكين المتعلم من التقدم في تعلمه بالطريقة التي تلائم قدراته واستعداداته، كما أنّ التعليم الإلكتروني يمنح المتعلّم الفرصة للتركيز على الأفكار المهمة والاستفادة من عامل الوقت، وهذا النوع من التعليم لا يلغي دور المعلم، وإنما يطوره، ويجعله - المعلم- منسقاً ومديراً للعملية التعليمية، بدلاً من دوره التقليدي كمقدم للمعلومة.

الهدف من المشروع

الهدف الرئيس من المشروع هو تصميم برمجيات عربية تضيف رصيداً إلى المكتبة العربية الإلكترونية للرياضيات التفاعلية، حيث يحوي المشروع ١٥٠ برنامجاً خاصاً بالمرحلتين الابتدائية والمتوسطة مصممة ببرنامج الفلاش بما يحقق الآتي:

١- تقديم رياضيات المراحل ما قبل الجامعية بصورة شيّقة يدركها الطالب.

٢- مساعدة الطلاب المتفوقين دراسياً على تنمية قدراتهم العقلية.

٣- مساعدة الطلاب ضعاف التحصيل ومعالجة نقاط الضعف.

٤- تسليط الضوء على دور التعليم الحاسوبي في تطوير العملية التعليمية.

مراحل عمل المشروع

تم تنفيذ المشروع على مراحل متعددة كالآتي:

١- عمل مسح كامل للموضوع والمواقع الموجودة على الشبكة العالمية المختصة بعرض البرمجيات، واختيار الموضوعات التعليمية التي تلبي الحاجة لتتم تغطيتها في المشروع.

٢- تصميم ١٥٠ برمجة رياضية، ووصف كيفية التعامل معها بلغة عربية مبسطة.

٣- رفع البرمجيات على موقع خاص على خادم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، حتى تتاح الفرصة للجميع للاستفادة منها.

التدريب

حتى تعم الفائدة من هذا المشروع كان لزاماً عقد دورة تدريبية لتدريب فريق مركزي من مشرفي الرياضيات بالمرحلتين الابتدائية والمتوسطة، يتولّى بعدها الفريق مهمة تدريب معلمي الرياضيات على توظيف التعليم الإلكتروني في تدريس الرياضيات في المدارس، ويشمل التدريب:

١- التدريب على البرمجيات التعليمية وكيفية توظيفها.

٢- التدريب على استخدام أسلوب حل المشكلات عند تقديم الرياضيات.

٣- التدريب على كيفية تبسيط الرياضيات وتقديمها بطريقة مثيرة ومشوقة.

٤- التدريب على ترجمة المفاهيم الرياضية إلى واقع محسوس.

٥- التدريب على كيفية مساعدة الطالب على اكتشاف الحقائق والمفاهيم الرياضية بنفسه من خلال الممارسة.

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

حديث العلوم

استمع واستمتع أينما كنت بالبث الصوتي في مجالات علمية متنوعة

تابع حديث العلوم على الرابط:

http://soundcloud.com/kacst

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

ارتباط التحصيل العلمي المتدني للأطفال بالوجبات السريعة

أفادت دراسة حديثة أجريت في جامعة ولاية أوهايو، الولايات المتحدة الأمريكية أن كمية الوجبات السريعة التي يتناولها الأطفال ترتبط ارتباطا وثيقاً بتدني التحصيل الدراسي لهم. ارتبطت هذه الدراسة بدراسات سابقة أفادت بمدى ضرر الوجبات السريعة على الأطفال لافتقارها للعناصر الغذائية الضرورية خاصة عنصر الحديد الذي له أهمية في التطور المعرفي لدى الأطفال، بالإضافة لذلك فإن هذه الوجبات مرتفعة المحتوى من الدهون والسكريات وتؤثر سلباً في العمليات الإدراكية وكفاءة الذاكرة في التعلم.

تشير **كيلي بورتيل** (**Kelly Purtell**) قائدة هذه الدراسة وأستاذة العلوم الإنسانية في جامعة أوهايو إلى أن الأطفال في المستوى الخامس من الدراسة الذين يتناولون الوجبات السريعة بكثرة لوحظ عليهم عدم تحسن نتائجهم في اختبارات القراءة، والرياضيات، والعلوم وذلك عندما بلغوا المستوى الثامن، حيث بلغ معدل نتائجهم أقل بنسبة ٢٠٪ مقارنة بالطلاب الذين لم يتناولوا الوجبات السريعة.

تضيف **بورتيل** قائلة: يوجد هناك العديد من الأدلة تثبت أن استهلاك الوجبات السريعة مرتبط بالسمنة لدى الأطفال ولكن المشكلة لا تنتهي عند هذا الحد إنما تتجاوز ذلك أن الوجبات السريعة تؤثر سلباً في اداء الأطفال داخل فصول الدراسة بالإضافة إلى العديد من العوامل الأخرى المتداخلة مثل: ممارسة الرياضة ومشاهدة التلفزيون والحالة الاجتماعية والاقتصادية للعائلة.

شملت الدراسة التي أجريت في أحد مدارس الأطفال نحو ١١٧٤٠ طالباً، وتم توثيق نتائجها إحصائياً بوساطة المركز الوطني للإحصاءات التعليمية، وقد تم اختبار الطلاب في العلوم والرياضيات والقراءة وذلك في المستويين: الخامس والثامن، كما ملأ الطلاب استبياناً خاصاً باستهلاك الوجبات السريعة وذلك في المستوى الخامس. وتشير **بورتيل** إلى أنه من خلال الاستبيان اتضح أن هناك استهلاكاً عالياً للوجبات السريعة.

كذلك اتضح من خلال الدراسة أن أقل من الثلث (٢٩٪) من الأطفال لم يتناولوا أي وجبة سريعة خلال أسبوع واحد قبل إنهاء الاستبانة المطلوبة منهم، فيما تناول ١٠٪ من الاطفال الوجبات السريعة لمدة ٤ - ٦ مرات أسبوعياً، بالإضافة لذلك فقد تناول أكثر من نصف عدد الأطفال الوجبات السريعة مرة واحدة إلى ٣ مرات في الأسبوع السابق لعمل الاستبانة.

استنتج الفريق البحثي أن الأطفال الذين تناولوا الوجبات السريعة ٤ - ٦ مرات أسبوعياً حصلوا على علامات منخفضة في الاختبارات في مختلف الفروع الثلاثة، وذلك مقارنة بالأطفال الذين لم يتناولوا الوجبات السريعة خلال الأسبوع السابق للاختبار، بالإضافة لذلك فإن الأطفال الذين تناولوا الوجبات السريعة مرة إلى ٣ مرات أسبوعياً أظهروا درجات منخفضة مقارنة بزملائهم الذين لم يتناولوا الوجبات السريعة.

تشير **بورتيل** قائلة «نحن لا نشدد على الآباء فيما يتعلق بتناول أبنائهم الوجبات السريعة إلا أنه يجب تقليص تناول هذه الوجبات قدر الإمكان للضرر الناجم عنها والذي يستوجب الحد منها».

المصدر

http://www.sciencedaily.com/releases/2014/12/141222111605.htm

اكتشاف آلية انتشار سرطان الرئة

نجح باحثون في معهد بحوث السرطان، مانشستر، بريطانيا، في اكتشاف آلية انتشار سرطان الرئة بعدما أخذوا صور مجهرية أوضحت وجود خلل في البروتين الذي يربط الخلايا ببعضها بعضاً، وأن هذا الخلل - في حالة سرطان الرئة - في البروتين المذكور يجعل الخلايا تنفصل عن بعضها بعضاً وتتحرر منتشرة دون أي قيد مسببة السرطان.

يسمّى البروتين المذكور (TIAM1) وهو المسؤول عن تجديد الأجزاء القديمة من الخلايا من خلال تكسيرها وإعادة استخدامها مجدداً، ولكن في حالة وجود عطب فيه - في حالة الخلايا الرئوية المصابة بالسرطان - يحدث تقطيع للخلايا دون إعادة استخدامها لتخرج عن السيطرة.

إن استهداف هذه العملية المتكررة يمكنها أن توقف انتشار سرطان الرئة بالابقاء على الخلايا ملتصقة جوار بعضها بعضاً، وتشير **أنجيليكا ماليري** (**Angeliki Malliri**) قائدة الفريق البحثي المشرف على هذه الدراسة إلى أن هذا البحث المهم أوضح وللمرة الأولى كيف يمكن للخلايا الرئوية المصابة بالسرطان أن تتمزق مع الخلايا المجاورة لها ثم تبدأ بالانتشار في باقي أنحاء الجسم، وعليه -بوساطة استهداف مسار انتشار الخلايا- يمكن الوصول إلى آلية لوقف انتشار هذا السرطان.

يوجد في المملكة المتحدة نحو ٤٣٥٠٠ حالة إصابة جديدة بالسرطان سنوياً، كما أنها المسبب الرئيس لحالات الوفاة بالسرطان لنحو ٣٥ ألف حالة وفاة سنوياً، ويشير **نيل باري** (**Nell Barrie**) مدير مركز أبحاث السرطان قائلاً إن سرطان الرئة يتسبب في وفاة شخص من بين خمسة أشخاص مصابين بالسرطان في المملكة المتحدة وأنه من الضروري أن يتم إيجاد علاجات جديدة فعالة لمحاربة المرض وإنقاذ العديد من الأرواح.

تعد الأبحاث في مراحلها المبكرة وتمثل هذه الدراسة أساس للبحث عن علاجات يمكنها في يوم ما أن توقف انتشار مرض السرطان، إضافة إلى إمكانية الكشف عن الإصابة بالسرطان مبكراً.

المصدر

http://www.sciencedaily.com/releases/2014/12/141225143556.htm

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

تحويل ٤٠٪ من طاقة الشمس إلى كهرباء

نجح باحثو الطاقة الشمسية بالمختبر الوطني للطاقة المتجددة في سيدني، أستراليا؛ في تحويل نسبة ٤٠٪ من الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ومن ثمّ رفع كفاءة الخلايا الضوئية إلى أكثر من النصف؛ مما يعد إنجازاً كبيراً في الإستفادة من الطاقة الشمسية الأكثر وفرة والصديقة للبيئة.

يعدّ المفتاح الرئيس في التصميم الأولى هو تفعيل مرشح ممر الموجة الضوئية المخصصة (Custom Optical Bandpass Filter) والذي يلتقط الطاقة الشمسية المستهلكة من قبل الخلايا الشمسية التجارية المثبتة على الأبراج وتحويلها إلى كهرباء بفعالية فائقة مقارنة بفعالية الخلايا الشمسية، حيث يعكس العديد من المرشحات أطوال موجية محددة من الضوء أثناء عملية استقبال أشعة الشمس.

تم إجراء التجربة خارج المختبرات في سيدني حيث يشير **مارتن جرين** (Martin Green) أستاذ الخلايا الكهروضوئية بجامعة سيدني إلى أن هذه الطريقة الجديدة تتركز على استخدام أشعة الشمس المركزة التي ترتبط بأبراج الخلايا الكهروضوئية التي تم تطويرها مؤخّراً في أستراليا.

يضيف **جرين** قائلاً: إن استخدام طاقة الشمس بعد تحويلها لتصبح طاقة كهربائية سوف يجعل الطاقة المتجدّدة أقل تكلفة ما سيفتح آفاقاً جديدة للعديد من مصادر الطاقة الأخرى.

المصدر

http://www.sciencedaily.com/releases/2014/12/141207091648.htm

الكشف عن تسلسل مورثات بعوضة الملاريا

نجح باحثون من جامعة نوتردام ، هولندا، بالتعاون مع زملائهم الباحثين من جامعة جنيف بسويسرا في الكشف عن تسلسل المورثات لنحو ١٦ نوعاً من بعوض الأنوفيليس المسبّب لمرض الملاريا الذي يعدّ مسؤولاً عن نقل طفيليات الملاريا التي تتسبب في إصابة ٢٠٠ مليون شخص ووفاة نحو ٦٠٠ ألف آخرين سنوياً. وعلى الرغم من وجود ما يقارب من ٥٠٠ نوع مختلف من بعوضة الأنوفيليس عالمياً إلا أنّ القليل منها هو الذي يحمل الطفيل وينقل الامراض.

نجحت **نورا بيسانسكي أوهارا** (Nora Besansky O`Hara) أستاذة علم الأحياء في جامعة نوتردام بالتعاون مع فريقها البحثي في إتمام قراءة الخريطة الوراثية لهذه الأنواع من البعوض حيث فحصوا الفروقات في الخريطة الوراثية بينها.

كذلك تم نشر ورقتين علميتين في مجلة العلوم (SCIENCE) تم التطرق فيهما إلى مقارنات تفصيلية للمورثات بين الأنواع المعنية من البعوض بما فيها بعوضة أنوفيليس جامبيا (Anopheles Gambiae) الأكثر فتكاً، وقد قدّمت هذه النتائج آفاقاً جديدة حول هذه الأنواع لمعرفة آلية بحثها عن دم الإنسان وعلاقة ذلك بأنماط تكيفها المرنة مع البيئة من حولها.

تساعد التسلسلات الوراثية المكتشفة التي يعبر عنها بالجينوم في تزويد العلماء بمعلومات وفيرة ومتقدّمة سوف تطور مدى فهم العلماء للخصائص الأحيائية المتعددة للبعوض وتساعد أيضاً في عزل الأمراض التي لها دور مؤثر في صحة الإنسان عالمياً.

تمت عملية قراءة تتابع الحمض النووي (DNA) بوساطة **دانيال نيفساي** (Danial Neafsey) من عينات البعوض التي تم جمعها من عدة دول في أفريقيا والهند وإيران وجنوب شرق آسيا، وبعد إتمام قراءة الجينوم لكل نوع من أنواع البعوض اختبر العلماء المورثات التي لها علاقة ببعض الأنشطة الحيوية مثل: التكاثر، والاستجابة المناعية، ومقاومة المبيدات الحشرية، إضافة إلى الآليات الحساسة الكيميائية. استخدم الباحثون المذكورون التقنيات الحاسوبية لتحليل المورثات، وقد عكفوا على عمل مقارنة بين المورثات لأنواع البعوض تحت الدراسة والحشرات الأخرى بهدف اكتشاف المورثات المتشابهة بين البعوض والحشرات الأخرى المختلفة.

ويشير **نيفساي** قائلاً: بأن أخذ عينات عالية الجودة من الحمض النووي لجميع أنواع البعوض كان عملية بالغة الصعوبة، حيث كان لا بد من تصميم وتطبيق استراتيجيات واضحة لتخطي الصعاب المرتبطة بالمستويات المرتفعة من التغيرات المتسلسلة للحمض النووي لكل نوع.

اكتشف الباحثون أن مورثات البعوض تمتاز بالنقص أو الزيادة (حسب نوع البعوضة) بنحو خمسة أضعاف أكثر من ذبابة الفاكهة، وأن بعض هذه المورثات مثل تلك المسؤولة عن التكاثر أو تشفير البروتين، والتي تفرز في لعاب البعوضة تمتلك معدلاً عالياً من تتابع القواعد، وهي العنصر المشترك تقريباً بين أنواع البعوض تحت الدراسة.

سوف تفيد هذه الدراسة في الكشف عن بعض أسرار حياة البعوض. حيث أن بعضها يضع البيض في الماء المالح والبعض الآخر يضعه في الماء العذب، كما أن بعضها يتغذى على دم الإنسان والبعض الآخر يتغذى على دم الحيوانات.

كما خلص العلماء إلى وجود تشابه كبير في المورثات بين أنواع البعوض خاصة البعوضة أنوفيليس جامبيا

المصدر

http://www.sciencedaily.com/releases/2014/11/141127212323.htm

nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــرية العـــالميـــة للعـــلوم

اقرأ في العدد الثلاثين
من مجلة نيتشر الطبعة العربية

- هناك أسباب للشعور بالتفائل.
- إستخلاص المعادن مابين التقدم .. والدمار
- كلمات تصنع .. ذهبًا.

وغيرها عن آخر المستجدات العلمية.

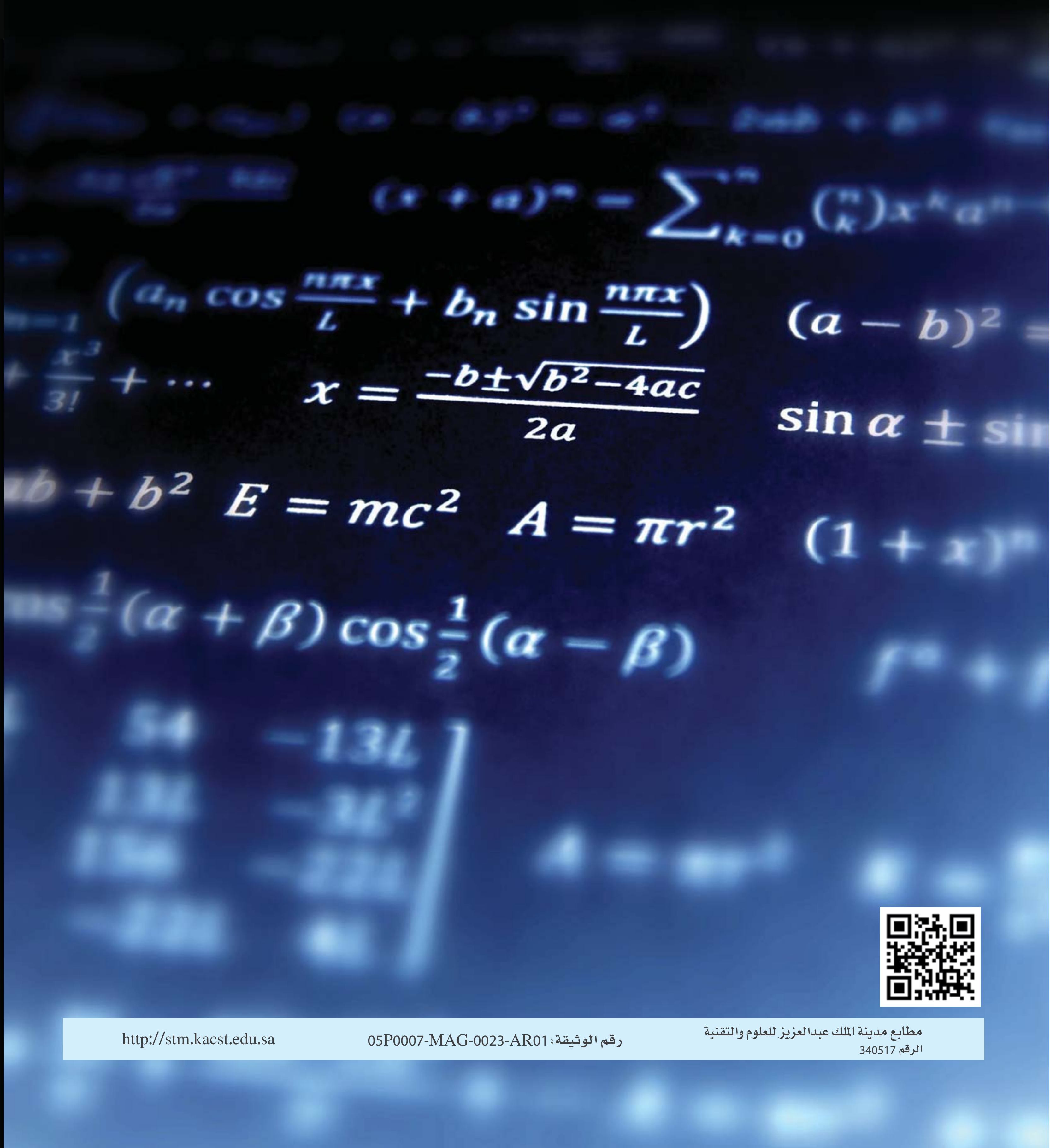
بدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
تصفح جميع الأعداد الشهرية لمجلة nature الطبعة العربية مجاناً على الموقع:
http://arabicedition.nature.com

اقرأ في العدد الحادي عشر من مجلة العلوم والتقنية للفتيان

- الأجهزة المتصلة بشبكة الإنترنت معرضة كلها للقرصنة!.
- بدانة الأطفال تتصاعد بشكل بالغ في البلدان النامية.
- الاندفاع نحو الرمال.

وغير ذلك من المقالات المشوقة والصور الجميلة.

تصفح هذه المجلة، وجميع إصدارات مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية على الموقع الإلكتروني
http://publications.kacst.edu.sa



مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الرقم 340517

رقم الوثيقة: 05P0007-MAG-0023-AR01

http://stm.kacst.edu.sa